

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Nao MISHIMA, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: FRAME INTERPOLATION AND APPARATUS USING FRAME INTERPOLATION

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-264444	September 10, 2002
Japan	2003-197979	July 16, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland

Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 9月10日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-264444

[ST.10/C]:

[JP2002-264444]

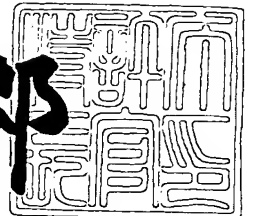
出 願 人
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 2月 7日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3005088

【書類名】 特許願

【整理番号】 13798301

【提出日】 平成14年 9月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 7/01

【発明の名称】 フレーム補間方法

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 三 島 直

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 伊 藤 剛

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号

 【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

 【識別番号】 100075812

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

 【識別番号】 100088889

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 橋 谷 英 俊

【選任した代理人】

 【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フレーム補間方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 フレームとこの第 1 フレームに続く第 2 フレームとに基づいて動きベクトルを求め、前記動きベクトルを用いて補助フレームを作成する補助フレーム作成ステップと、

前記補助フレームを構成するブロックに対して、前記第 1 および第 2 フレームに基づいて 1 個以上の動きベクトル候補を推定する動きベクトル候補推定ステップと、

前記動きベクトル候補によって定まる前記第 1 および第 2 フレームの画像ブロックと、前記補助フレームの画像ブロックとを検定することによって、前記動きベクトル候補の中から最も相関の高いものを動きベクトルとして選択する動きベクトル候補検定ステップと、

前記動きベクトルによって定まる前記第 1 および第 2 フレームの画像ブロックから補間フレームを作成する第 1 の動き補償ステップと

を備えたことを特徴とするフレーム補間方法。

【請求項 2】

前記補助フレーム作成ステップは、

第 1 および第 2 フレームから、ブロックに基づく動きベクトルを求める動きベクトル推定ステップと、

前記補間フレームの時間位置に応じて、前記動きベクトルをスケール変換するベクトルスケール変換ステップと、

前記スケール変換された動きベクトルに基づいて動き補償を行い、補助フレームを作成する第 2 の動き補償ステップと

を備えたことを特徴とする請求項 1 記載のフレーム補間方法。

【請求項 3】

前記補助フレームのすべての画素位置に対して、画素値が入っているかどうかを検出する使用画素領域検出ステップを更に備え、

前記動きベクトル候補検定ステップは、相関を求める演算の際に、前記画素位置に画素値が入っていない場合はその画素は使用せず、画素値が入っている画素のみについて相関演算をすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のフレーム補間方法。

【請求項 4】

動き補償予測符号化された信号を復号処理し、画像信号系列と動きベクトル情報とに分離する復号ステップと、

前記画像信号系列から第 1 および第 2 フレームと、対応する動きベクトルとを取り出し、その動きベクトルを用いて前記第 1 および第 2 フレームから補助フレームを作成する補助フレーム作成ステップと、

求めるべき補間フレーム上のブロックに対して、前記第 1 および第 2 フレームから 1 個以上の動きベクトル候補を推定する動きベクトル候補推定ステップと、

前記動きベクトル候補によって定まる第 1 および第 2 フレームの画像ブロックと、前記補助フレームの画像ブロックとを検定することによって、前記動きベクトル候補の中から最も相関の高いものを動きベクトルとして選択する動きベクトル候補検定ステップと、

前記動きベクトルによって定まる前記第 1 および第 2 フレームの画像ブロックから補間フレームを作成する動き補償ステップと

を備えたことを特徴とするフレーム補間方法。

【請求項 5】

前記補助フレーム作成ステップは、

復号された第 1 および第 2 フレームに対応する予測残差を求め、この予測残差の量が所定の閾値よりも大きい場合には、第 1 および第 2 フレームから動きベクトルを求め直すことを特徴とする請求項 4 記載のフレーム補間方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、動画画像信号を再生するにあたって、再生動画画像信号におけるフレーム間のフレームを効率的に補間して、時間あたりの表示フレーム数を増大させる

フレーム補間方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、フレーム補間方法は、複数フレームからなる動画像信号に対して、図34に示すように、フレーム80、82、84間のフレーム81a、81b、83a、83bを効率的に補間して、時間あたりの表示フレーム数を増大させることを目的とした方法である。

【0003】

最近では、動き推定の基本的技術であるブロックマッチング法を用いて動きベクトルを求め、この動きベクトルを元に補間すべきフレームを生成するという手法が一般的である。ブロックマッチング法とは、基準とするフレームを小ブロックに分割し、それら小ブロックに対して、参照フレームの画像領域からもっとも相関度の高いブロックを探索し動きベクトルを求める手法である。

【0004】

このような技術としては例えば特許文献1に開示されている。この手法は、ブロックマッチング法をベースにしながら、ブロック内で領域を分割することによって、より精度の高いフレーム補間方法をおこなうというものである。

【0005】

しかし従来の技術では、動き補償をおこなって補間フレームを生成する際に、動きベクトルの終点を固定し、終点が指す画像データを始点に対して動き補償を行うが、補間を行うために動きベクトルの操作が行われているため、始点の位置が本来の位置と異なるので、図35に示すように、生成される補間フレームに隙間あるいは重なり部分ができてしまうという問題がある。

【0006】

また、そのような重なりや隙間が生じない技術が特許文献2に開示されている。この技術は、図37に示すように、補間フレームの対象ブロックを中心として、幾何対照的に前後の第1および第2フレームの相関を求めてフレーム補間をおこなう手法である。この方式は、前述した各種の方式のように動きベクトルを求めた後に操作する必要がないため、ダイレクトに補間フレームを求めることが出

来る手法である。また補間フレーム上に一樣格子を考えるため、従来のように、補間フレームに隙間あるいは重なり部分ができたりすることは無いという利点がある。

【 0 0 0 7 】

しかし、図 3 6 に示すように、オブジェクト部分の相関がそれほど高くないために、静止しているはずの背景部分に誤った動きベクトルを割り当ててしまったりする問題がある。このため例えば、本来オブジェクトが来るはずの部分に背景が誤って混入してくるといった問題がある。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 2 2 4 5 9 3 号公報

【特許文献 2】

特許第 2 5 2 8 1 0 3 号公報

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

このように従来技術においては、動き補償をおこなって補間フレームを生成する際に、ある方式では、図 3 5 に示すように、生成される補間フレームに隙間あるいは重なり部分ができてしまうという問題がある。このような問題の起こらない方式においても、図 3 6 で説明したように、本来オブジェクトが来るはずの部分に背景が誤って混入してくるといった問題がある。このため、従来技術では、満足のいく品質の補間フレームを得ることが難しかった。本発明は、上記事情を考慮してなされたものであって、高品質の補間フレームを生成することのできるフレーム補間方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の態様によるフレーム補間方法は、第 1 フレームとこの第 1 フレームに続く第 2 フレームとに基づいて動きベクトルを求め、前記動きベクトルを用いて補助フレームを作成する補助フレーム作成ステップと、前記補助フレームを構成するブロックに対して、前記第 1 および第 2 フレームに基づいて 1 個以上

の動きベクトル候補を推定する動きベクトル候補推定ステップと、前記動きベクトル候補によって定まる前記第1および第2フレームの画像ブロックと、前記補助フレームの画像ブロックとを検定することによって、前記動きベクトル候補の中から最も相関の高いものを動きベクトルとして選択する動きベクトル候補検定ステップと、前記動きベクトルによって定まる前記第1および第2フレームの画像ブロックから補間フレームを作成する第1の動き補償ステップとを備えたことを特徴とする。

【0011】

なお、前記補助フレーム作成ステップは、第1および第2フレームから、ブロックに基づく動きベクトルを求める動きベクトル推定ステップと、求めるべき補間フレームの時間位置に応じて、前記動きベクトルをスケール変換するベクトルスケール変換ステップと、前記スケール変換された動きベクトルに基づいて動き補償を行い、補助フレームを作成する第2の動き補償ステップとを備えるように構成しても良い。

【0012】

なお、前記補助フレームのすべての画素位置に対して、画素値が入っているかどうかを検出する使用画素領域検出ステップを更に備え、前記動きベクトル候補検定ステップは、相関を求める演算の際に、前記画素位置に画素値が入っていない場合はその画素は使用せず、画素値が入っている画素のみについて相関演算をするように構成しても良い。

【0013】

本発明の第2の態様によるフレーム補間方法は、動き補償予測符号化された信号を復号処理し、画像信号系列と動きベクトル情報とに分離する復号ステップと、前記画像信号系列から第1および第2フレームと、対応する動きベクトルとを取り出し、その動きベクトルを用いて前記第1および第2フレームから補助フレームを作成する補助フレーム作成ステップと、求めるべき補間フレーム上のブロックに対して、前記第1および第2フレームから1個以上の動きベクトル候補を推定する動きベクトル候補推定ステップと、前記動きベクトル候補によって定まる第1および第2フレームの画像ブロックと、前記補助フレームの画像ブロック

とを検定することによって、前記動きベクトル候補の中から最も相関の高いものを動きベクトルとして選択する動きベクトル候補検定ステップと、前記動きベクトルによって定まる前記第 1 および第 2 フレームの画像ブロックから補間フレームを作成する動き補償ステップとを備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

なお、前記補助フレーム作成ステップは、復号された第 1 および第 2 フレームに対応する予測残差を求め、この予測残差の量が所定の閾値よりも大きい場合には、第 1 および第 2 フレームから動きベクトルを求め直すように構成しても良い。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を以下図面を参照して説明する。

【 0 0 1 6 】

（第 1 実施形態）

本発明の第 1 実施形態によるフレーム補間方法を、図 1 乃至図 1 1 を参照して説明する。この第 1 実施形態によるフレーム補間方法は、通常の Symmetric Search 法を用いたものであり、図 1 にこのフレーム補間方法を実施するフレーム補間装置の構成を示す。このフレーム補間装置は、フレームメモリ 1 2 と、動きベクトル推定部 1 4 と、ベクトルスケール変換部 1 6 と、動き補償部 1 8 と、使用画素領域検出部 2 0 と、動きベクトル候補推定部 2 2 と、動きベクトル候補検定部 2 4 と、動き補償部 2 6 とを備えている。

【 0 0 1 7 】

次に、本実施形態によるフレーム補間方法の構成および作用を、60Hz ノンインタレースの画像信号を 120Hz ノンインタレースの画像信号にアップコンバートする場合を例にして述べる。ただし、本発明は、これに限られるものではない。また、補間フレームに隣接する 2 つのフレームうち時間的に前のフレームを第 1 参照フレーム p 1 とし、時間的に後のフレームを第 2 参照フレーム p 2 とする。第 1 参照フレーム p 1 は入力された画像信号から生成され、フレームメモリ 1 2、動きベクトル推定部 1 4、動き補償部 1 8、動きベクトル候補推定部 2

2、動きベクトル候補検定部 24、動き補償部 26 に送られる。また、第 2 参照フレームは、入力された画像信号から図 1 に示すフレームメモリ 12 において生成され格納されている。

【0018】

本実施形態によるフレーム補間方法の全体の処理手順を図 2 に示す。

【0019】

まず、図 2 のステップ S1 に示すように、第 1 および第 2 参照フレームから補助フレーム sup_p を作成する。この補助フレームの作成は、図 1 に示す動きベクトル推定部 14、ベクトルスケール変換部 16、および動き補償部 18 において、図 3 に示すフローチャートに従って行われる。

【0020】

a) 動き推定処理

図 1 に示す動きベクトル推定部 14 によって、動き推定処理を行う。この動き推定処理は、まず、図 7 に示すように、第 1 参照フレームを一様格子の第 1 小ブロックに分割する（図 3 のステップ S10 参照）。続いて、ブロックの走査を開始し（図 3 のステップ S11 参照）、動き推定を行い、第 1 ブロックに対して最も相関の高い第 2 参照フレーム上の第 2 小ブロックを求め、第 1 動きベクトル mv_1 を推定する処理を行う（図 3 のステップ S12 参照）。この処理は、例えば、ブロックマッチングのアルゴリズムを使うことができ、相関度の尺度として絶対値差分和（以下、SAD (Sum of Absolute Difference) とも云う）を用いることができる。ここでは、時間的に前の第 1 参照フレームから時間的に後の第 2 参照フレームに対する動きベクトルを推定する前方動き推定について述べたが、本実施形態においてはそれに限ったことではなく、時間的に後の第 2 参照フレームから時間的に前の第 1 参照フレームに対する動きベクトルを推定する後方動き推定でも良いし、前方動き推定および後方動き推定における、より信頼度の高い方を選択する双方向動き推定を用いてもかまわない。

【0021】

b) ベクトルスケール変換処理

次に、図 1 に示すベクトルスケール変換部 16 によって、ベクトルスケール変

換処理を行う。このベクトルスケール変換処理は、補助フレームを 60 Hz 信号の中央に作るために、上記第 1 動きベクトル $m v 1$ の長さを $1/2$ とするスケール変換し、第 2 動きベクトル $m v 2$ を求めるものである（図 3 のステップ S 1 3 参照）。

【 0 0 2 2 】

c) 第 1 動き補償処理

次に、図 1 に示す動き補償部 1 8 によって、第 1 動き補償処理を行う。この第 1 動き補償処理は、図 8 に示すように、上記第 2 動きベクトルの終点によって定まる第 2 参照フレームの第 2 ブロック画像と、第 1 小ブロックの画像の平均を取り、その平均画像ブロックを、上記第 2 動きベクトルの始点によって定まる補助フレーム上の小ブロックにコピーする（図 3 のステップ S 1 4 参照）。

【 0 0 2 3 】

上記処理 a) から処理 c) までの処理を、処理 a) で分割した第 1 小ブロック全体について行い（図 3 のステップ S 1 5 参照）、補助フレームを作成する（図 7 参照）。この作成した補助フレームと、求めるべき補間フレームとの関係を図 1 0 に示す。

【 0 0 2 4 】

d) 使用画素領域検出処理

次に、図 1 に示す使用画素領域検出部 2 0 によって使用画素領域の検出処理を行う。この使用画素領域の検出は、使用画素フィルタを求めることにより行われる（図 2 のステップ S 2 参照）。この使用画素フィルタは、図 4 に示す手順によって求められる。すなわち、上記補助フレームにおいて、全く画素値が代入されていない画素を検出し（図 4 のステップ S 2 0、ステップ S 2 1 参照）、画素値が代入されていない画素位置に 0（図 4 のステップ S 2 3 参照）、それ以外の画素位置を 1 とする（図 4 のステップ S 2 2 参照）。上記手順を全画素に対して行うことにより使用画素フィルタが求められる（図 4 のステップ S 2 4 参照）。

【 0 0 2 5 】

e) 動きベクトル候補推定処理

次に、図 1 に示す動きベクトル候補推定部 2 2 によって動きベクトル候補の推

定処理を行う。この動きベクトル候補の推定処理は、図 9 に示すように、求めるべき補間フレームを一樣格子の小ブロックに分割し（図 2 のステップ S 3 参照）、第 1 参照フレームと第 2 参照フレームから、当該小ブロックを中心として幾何対称位置に当たる両参照フレーム上の小ブロックの相関を計算し、相関の良いものから順に複数のベクトルを動きベクトル候補として選定する（図 2 のステップ S 4 参照）。

【 0 0 2 6 】

f) 動きベクトル候補検定処理

次に、図 1 に示す動きベクトル候補検定部 2 4 によって、動きベクトル候補の検定処理を行う。この動きベクトル候補の検定処理は、図 2 のステップ S 5 に示すように、上記動きベクトル候補の中から第 3 動きベクトル $m v 3$ を決定することによって行われる。この決定に際して、上記補助フレームを参照情報として使用する（図 2 のステップ S 5 参照）。

【 0 0 2 7 】

上記第 3 動きベクトルの決定は、図 5 に示す手順によって行われる。まず、相関値の最小値 α_{min} を探すために、 α_{min} に大きな値を与える（図 5 のステップ S 3 0 参照）。上記選定された動きベクトル候補の一つによって定まる、第 1 参照フレーム上の第 1 小ブロックおよび第 2 参照フレーム上の第 2 小ブロックを求め（図 5 のステップ S 3 1、S 3 2 参照）、当該小ブロック位置に相当する補助フレーム上の第 3 小ブロックを求める（図 5 のステップ S 3 3 参照）。

【 0 0 2 8 】

続いて、上記使用画素フィルタから、対象ブロック位置に相当する使用画素フィルタブロックを求める（図 5 のステップ S 3 4 参照）。この使用画素フィルタブロックを用い、第 1 小ブロックと第 3 小ブロックの相関である第 1 相関と、第 2 小ブロックと第 3 小ブロックの相関である第 2 相関とをそれぞれ求める（図 5 のステップ S 3 5、S 3 6 参照）。ここで、上記第 1 相関を求める演算と、第 2 相関を求める演算においては、補助フレームにおける画素値が代入されていない画素によって、その部分の相関が著しく低下してしまうという問題が発生する。そこで、上記使用画素領域検出処理で求めた使用画素フィルタを用いる。上記相

関を求める具体的な手順は図 6 に示すフローチャートに従って行われる。すなわち、図 6 のステップ S 4 0 において、第 1 小ブロック 4 0 a、第 3 小ブロック 4 0 b、および使用画素フィルタブロック 4 0 c を入力する。続いて、ブロック内の画素の走査を開始し（図 6 のステップ S 4 1 参照）、対象画素位置の使用画素フィルタブロックの値が 1 か否かの判定をステップ S 4 2 において行う。使用画素フィルタブロックの値が 1 の場合はステップ S 4 3 に進み、小ブロック 4 0 a と小ブロック 4 0 b の対象画素を用いて相関度演算を行い、その後ステップ S 4 4 に進む。使用画素フィルタブロックの値が 0 の場合にはステップ S 4 4 に進む。ステップ S 4 4 において、ブロック内の全画素を走査したか否かの判定を行い、全画素を走査していない場合には、ステップ S 4 2 に戻り、上述の処理手順を繰り返す。全画素を走査した場合には処理を終了し、相関度を出力する。したがって、上記相関を求める演算の際には、当該画素位置における使用画素フィルタの値が 0 の場合は、相関演算においてその画素は使用せず、使用画素フィルタの値が 1 の画素のみについて相関演算をするようにする。

【 0 0 2 9 】

次に、図 5 に再び戻り、ステップ S 3 7 において、上記第 1 相関と第 2 相関との和を求め、この和が上記 α_{min} より大きいか否かの判定を行う。大きい場合はステップ S 3 8 に進み、上記和を α_{min} とするとともに、このときの動きベクトルを第 3 動きベクトルとし、その後、ステップ S 3 9 に進む。上記和が上記 α_{min} よりも大きくない場合にはステップ S 3 9 に進む。ステップ S 3 9 において、当該小ブロックに属するすべての動きベクトル候補を走査した否かの判定を行う。すべての動きベクトル候補を走査していない場合には、ステップ S 3 1 に戻り、上述の手順を繰り返す。すべての動きベクトル候補を走査した場合には、動きベクトル候補の検定処理を終了する。このようにして、当該小ブロックに属するすべての動きベクトル候補に対して上記の処理を行って相関度を求め、図 1 1 に示すように、最も相関の良いものを第 3 動きベクトルとして出力する。

【 0 0 3 0 】

g) 第 2 動き補償処理

次に、図 1 に示す動き補償部 2 6 によって、動き補償処理を行う。この動き補

償処理は、図2のステップS6に示すように、上記第3動きベクトルの終点によって定まる第2参照フレーム上の画像ブロックと、第3動きベクトルの終点位置の点対称位置によって定まる第1参照フレーム上の画像ブロックの平均を取り、この平均画像ブロックを補間フレーム上の当該小ブロックにコピーする。

【0031】

次に、図2のステップS7に進み、全ブロックを走査したか否かの判定を行い、全ブロックを走査していない場合は、ステップS4に戻り上述の手順を繰り返す。全ブロックを走査した場合には、補間フレームが完成する。すなわち、上記処理e)から処理g)までの処理を、処理e)で分割した小ブロック全体について行うことで、補間フレームが作成される。

【0032】

以上説明したように、本実施形態によれば、補助フレームを求め、この補助フレームに用いて補間フレームを求めるように構成されているので、生成される補間フレームに隙間あるいは重なり部分ができることを防止することが可能となるとともに本来オブジェクトが来るはずの部分に背景が誤って混入するのを防止することが可能となるので、高品質の補間フレームを生成することができる。

【0033】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態によるフレーム補間方法を図12乃至図28を参照して説明する。この第2実施形態によるフレーム補間方法は、虫食いSymmetric Search法を用いたものであって、この実施形態のフレーム補間方法を実施するフレーム補間装置の構成を図12に示す。このフレーム補間装置は、フレームメモリ12aと、動きベクトル推定部14aと、ベクトルスケール変換部16aと、動き補償部18aと、使用画素領域検出部20aと、動きベクトル候補推定部22aと、動きベクトル候補検定部24aと、動き補償部26aとを備えている。

【0034】

次に、本実施形態によるフレーム補間方法の構成および作用を、60Hzノンインタレースの画像信号を120Hzノンインタレースの画像信号にアップコン

パートする場合を例にして述べる。ただし、本発明は、これに限られるものではない。また、補間フレームに隣接する２つのフレームうち時間的に前のフレームを第１参照フレーム p_1 とし、時間的に後のフレームを第２参照フレーム p_2 とする。第１参照フレーム p_1 は入力された画像信号から生成され、フレームメモリ 12 a、動きベクトル推定部 14 a、動き補償部 18 a、動きベクトル候補推定部 22 a、動きベクトル候補検定部 24 a、動き補償部 26 a に送られる。また、第２参照フレームは、入力された画像信号から図 12 に示すフレームメモリ 12 a において生成され格納されている。

【 0 0 3 5 】

本実施形態によるフレーム補間方法の全体の処理手順を図 13 に示す。

【 0 0 3 6 】

まず、図 13 のステップ S50 に示すように、第１および第２参照フレームから補助フレームを作成する。この補助フレームの作成は、図 12 に示す動きベクトル推定部 14 a、ベクトルスケール変換部 16 a、および動き補償部 18 a において、図 14 に示すフローチャートに従って行われる。

【 0 0 3 7 】

a) 動き推定処理

図 12 に示す動きベクトル推定部 14 によって、動き推定処理を行う。この動き推定処理は、まず、図 14 のステップ S60 に示すように、第１参照フレームを一様格子の第１小ブロックに分割する。続いて、それらの第１小ブロックに対して、再帰的な動き推定処理を行い、第１動きベクトルグループと不一致フィルタグループを求める（図 14 のステップ S61、S62 参照）。

【 0 0 3 8 】

a1) この再帰的な動き推定処理は、図 18 に示すフローチャートに従って行われる。すなわち、まず、初期ステップとして、図 18 のステップ S111 に示すように、変数 ite の値を 1 にするとともに、初期の不一致フィルタ [0] にはすべて 1 が代入されている。次に、ステップ S112 に示すように、不一致フィルタ [$ite-1$] の値が 1 の画素のみを用いて第１参照フレーム上の第１小ブロックと、最も相関の高い第２参照フレームの画像から最も相関度の高い第２小ブロッ

クを探索し、第1動きベクトル[ite]を推定する。相関度の尺度としてSADを用いても良いが、一致画素数和を用いるとさらに精度を高くできる。一致画素数和とは、第1小ブロック、第2小ブロックの画素について、ブロック内相対位置が等しい画素同士の差分をおこない、差分値が閾値以下の画素を一致画素、閾値より大きいものを不一致画素とし、一致画素数の和が大きいものほど相関が高いと判断する方法である。

【0039】

a 2) さらに、図20に示すように、第1動きベクトル[ite]により定まる第2小ブロックと、第1小ブロックの画素について、ブロック内相対位置が等しい画素同士の差分をおこない（図18のステップS113、S114参照）、差分値が閾値以下の画素を一致画素、閾値より大きいものを不一致画素とし、一致画素位置では0、不一致画素では1（整数値）を、第1小ブロックと同じサイズの第1不一致フィルタ[ite]に代入する（図18のステップS115、S116、S117参照）。

【0040】

a 3) 続いて、当該第1小ブロックに対して最も相関度の高い第2小ブロックを第2参照フレームから再帰的に探索するが、探索の際には図21に示すように、第1不一致フィルタ[ite]において、当該画素位置が0の位置では相関度演算は行わず、当該画素位置が1の位置で相関度演算を行うようにする。さらに、一つ前イテレーションの不一致フィルタと、現在のイテレーションの不一致フィルタの論理積を取り、それを現在のイテレーションの不一致フィルタとする（図18のステップS118、S119参照）。このようにすることによって、相関度の近いもの同士の分割が自然に行えるようになる。

【0041】

a 4) 以上の図18のステップS112からステップS119までの処理を、変数iteが1から所望の反復回数nまで、再帰的に行うことによって（図18のステップS120、S121参照）、第1動きベクトルグループ（第1動きベクトル[ite] (ite=1, ..., n)と第1不一致フィルタグループ（第1不一致フィルタ[ite] (ite=1, ..., n)を求める（図22参照）。ここでは、

時間的に前のフレームから時間的に後のフレームに対する動きベクトルを推定する前方動き推定について述べたが、本実施例においてはそれに限ったことなく、時間的に後のフレームから時間的に前のフレームに対する動きベクトルを推定する後方動き推定でも、前方動き推定、後方動き推定におけるより信頼度の高い方を選択する双方向動き推定を用いてもかまわない。

【 0 0 4 2 】

b) ベクトルスケール変換処理

次に、再び図 1 4 のステップ S 6 3 に戻り、図 1 2 に示すベクトルスケール変換部 1 6 a によって、ベクトルスケール変換処理を行う。このベクトルスケール変換処理は、補助フレームを 6 0 H z 信号の中央に作るために、上記第 1 動きベクトルグループの長さを $1/2$ にスケール変換して第 2 動きベクトルグループを求める。

【 0 0 4 3 】

c) 第 1 動き補償処理

次に、図 1 に示す動き補償部 1 8 a によって、上記第 2 動きベクトルグループ、第 1 不一致フィルタグループ、第 1 参照フレーム、および第 2 参照フレームに基づいて、第 1 動き補償処理を行う（図 1 4 のステップ S 6 4 参照）。この第 1 動き補償処理は、図 1 9 に示すフローチャートに従って行われる。すなわち、まず、変数 *ite* の値を 1 にする。続いて、第 1 小ブロックのブロック位置に相当する第 1 参照フレーム上の第 1 画素ブロックを求める（図 1 9 のステップ 1 2 3 参照）。続いて、図 1 9 のステップ S 1 2 4 に示すように、第 2 動きベクトル [*ite*] の終点によって定まる第 2 参照フレーム上の第 2 画像ブロックを求める。その後、第 1 画像ブロックと第 2 画像ブロックの平均を取り、平均画像ブロックを求める（ステップ S 1 2 5 参照）。次に、上記平均画像ブロックを、上記第 2 動きベクトル [*ite*] の始点によって定まる補間フレーム上のブロック位置を求める（ステップ S 1 2 6 参照）。続いて、上記平均画像ブロック内の画素の走査を開始し（ステップ S 1 2 7 参照）、上記平均画像ブロックの画素を補間フレーム上の小ブロックにコピーする。実際にコピーするのは、図 2 3 に示すように、当該画素位置が第 1 不一致フィルタ [*ite*] において値が 0 の画素のみである（ステップ S

1 2 8、S 1 2 9、S 1 3 0 参照)。以上の処理を、変数 *ite* が 1 から *n* なるまで繰り返す（ステップ S 1 3 1、S 1 3 2 参照）。

【 0 0 4 4 】

上記 a) から c) までの処理を、a) で分割した小ブロック全体についておこなうことで、補助フレームを作成する（図 2 4 参照）。

【 0 0 4 5 】

d) 使用画素領域検出処理

次に、図 1 2 に示す使用画素領域検出部 2 0 a によって、使用画素領域検出処理を行う。この使用画素領域検出処理は、図 1 3 のステップ S 5 1 に示すように、上記補助フレームの使用画素を検出し、使用画素フィルタを求めるものである。この使用画素フィルタを求めることは、第 1 実施形態の場合と同様に図 4 のフローチャートに従って行う。すなわち、上記補助フレームにおいて、全く画素値が代入されていない画素を検出し、画素値が代入されていない画素位置に 0、それ以外の画素位置を 1 として使用画素フィルタを求める。

【 0 0 4 6 】

e) 動きベクトル候補推定および検定処理

次に、図 1 2 に示す動きベクトル候補推定部 2 2 a によって動きベクトル候補の推定処理を行い、図 1 2 に示す動きベクトル候補検定部 2 4 a によって動きベクトル候補の検定処理を行う。この動きベクトル候補推定処理は、まず、補間フレームを一樣格子の小ブロックに分割する（図 1 3 のステップ S 5 2 参照）。続いて、図 1 3 のステップ S 5 4 に示すように、再帰的な探索を行い複数の動きベクトル候補グループを選定し、動きベクトル候補グループに対して、補助フレームによって検定し、第 3 動きベクトルグループ及び第 2 不一致フィルタグループを求める。この第 3 動きベクトルグループ及び第 2 不一致フィルタグループを求める詳細な手順を図 1 5 を参照して説明する。

【 0 0 4 7 】

e 1) 図 1 5 のステップ S 7 0 において、初期設定を行う。すなわち変数 *ite* を 1 にするとともに不一致フィルタ [0] にすべて 1 を代入する。続いて、ステップ S 7 1 に示すように、不一致フィルタ [*ite*-1] の値が 1 の画素のみを用いて

、補間フレーム上の小ブロックを中心として第1参照フレーム上の第1小ブロックと、第2参照フレーム上の第2小ブロックを点対称に探索し、相関の高いものから順に、複数の動きベクトル候補[ite]を選定する(図26参照)。なお、相関は一致画素数などを用いることができる。

【0048】

e 2) 次に、図15のステップS72に示すように、不一致フィルタ[ite-1]を用いて、動きベクトル候補[ite]に対して、補助フレームによって検定し、第3動きベクトル[ite]を求める。この検定処理の詳細な手順は図16に示すフローチャートに従って行う。

【0049】

すなわち、図16のステップS80において、まず、不一致フィルタを入力して初期設定を行う。続いて、ステップS81に示すように、動きベクトル候補の走査を開始し、変数*i*に1を設定するとともに変数である α_{min} に非常に大きな数を与える。その後、ステップS82に示すように、動きベクトル候補[*i*]の点対称位置によって定まる第1参照フレーム上の第1小ブロックを求める。次に、ステップS83に示すように、動きベクトル候補[*i*]によって定まる第2参照フレーム上の第2小ブロックを求める。その後、対象ブロック位置に相当する補助フレーム上の第3小ブロックを求める(ステップS84参照)。次に、使用画素フィルタから、対象ブロック位置に相当する使用画素フィルタブロックを求める(ステップS85参照)。そして、ステップS86において、不一致フィルタと使用画素フィルタブロックとの論理積、すなわち画素毎の論理積演算を行い演算結果を使用画素フィルタブロックとする。この使用画素フィルタブロックを用いて、第1実施形態の場合と同様にして、第1小ブロックと第3小ブロックとの相関である第1相関を求めるとともに第2小ブロックと第3小ブロックとの相関である第2相関を求める(ステップS87、S88参照)。なお、これらの相関は図6に示すフローチャートに従って行われる。次に、ステップS89において、第1相関と第2相関との和を求め、この和が上記相関 m_{in} よりも大きいかなかの判定が行われる。そして、上記和が上記 α_{min} よりも大きくない場合は、ステップS91に進み、大きい場合はステップS90に進む。ステップS90に

において、第1相関と第2相関との和を α_{min} とするとともに動きベクトル候補[i]を第3動きベクトルとし、ステップS91に進む。ステップS91において、すべての動きベクトル候補を走査したか否かの判定を行い、すべての動きベクトル候補を走査していない場合は、ステップS82に戻り上述の手順を繰り返す。すべての動きベクトルを走査した場合には、動きベクトル候補の検定処理を終了する。

【0050】

e3) 次に、図15のステップS73に戻り、小ブロック内の画素の走査を開始する。その後、図20に示すように、第3動きベクトル候補[ite]により定まる第2小ブロックと第1小ブロックの画素について、ブロック内相対位置が等しい画素同士の差分を行い（ステップS74参照）、差分値が閾値以下の画素を一致画素、閾値より大きいものを不一致画素とし、一致画素位置では0（整数値）、不一致画素では1（整数値）を、第1小ブロックと同じサイズの第2不一致フィルタ[ite]に代入する（ステップS75、S76、S77参照）。

【0051】

e4) 続いて、動きベクトル候補推定処理に戻り、当該小ブロックを中心として幾何対称位置に当たる両フレーム上の第1および第2小ブロックを再帰的に探索するが、探索の際には図21に示すように、第2不一致フィルタ[ite]において、当該画素位置が0の位置では相関度演算はおこなわず、当該画素位置が1の位置で相関度演算をおこなうようにする。さらに、一つ前イテレーションの不一致フィルタと、現在のイテレーションの不一致フィルタの論理積を取り、現在のイテレーションの不一致フィルタとする（図15のステップS79参照）。このようにすることによって、相関度の近いもの同士の分割が自然に行えるようになる。

【0052】

e5) 図15に示すステップS71からステップS79までの処理を、所望の反復回数kまで、再帰的に行うことによって（図15のステップS79a、S79b参照）、第3動きベクトル候補グループ（第3動きベクトル候補[ite]、(ite=1, ..., k)）と、第2不一致フィルタグループ（第2不一致フィルタ

[ite]、(ite = 1, . . . , k)) を求める。

【 0 0 5 3 】

なお、上記動きベクトル候補検定処理では、上記動きベクトル候補 [ite]、(ite = 1, . . . , k)の中から動きベクトルを決定する。決定に際して、上記補助フレームを参照情報として使用する。上記動きベクトル候補 [ite]の一つによって定まる、第 1 参照フレーム上の第 1 小ブロックと、第 2 参照フレーム上の第 2 小ブロックを求め、当該小ブロック位置に当たる補助フレーム上の第 3 小ブロックを求める。第 1 小ブロックと第 3 小ブロックの相関である第 1 相関と、第 2 小ブロックと第 3 小ブロックの相関である第 2 相関との和を、この動きベクトル候補 [ite] の相関度とする。当該小ブロックに属するすべての動きベクトル候補に対して上記の処理をおこない、最も相関の良いものを第 3 動きベクトル [ite] として出力する（図 2 7 参照）。以上の検定を、イテレーション回数 k の回数分行うことによって、第 3 動きベクトルグループを求める。ただし、上記第 1 相関を求める演算と、第 2 相関を求める演算においては、補助フレームにおける画素値が代入されていない画素によって、その部分の相関が著しく低下してしまうという問題が発生する。そこで、上記使用画素領域検出処理で求めた使用画素フィルタを用いる。上記相関を求める演算の際には、当該画素位置における使用画素フィルタの値が 0 の場合は、相関演算においてその画素は使用せず、使用画素フィルタの値が 1 の画素のみについて相関演算をするようにする。

【 0 0 5 4 】

f) 第 2 動き補償処理

次に、再び図 1 3 のステップ S 5 6 に進み、図 1 2 に示す動き補償部 2 6 a によって、第 2 動き補償処理を行う。この第 2 動き補償処理は、第 3 動きベクトルグループ、第 2 不一致フィルタグループ、第 1 および第 2 参照フレームに基づいて行われる（ステップ S 5 6 参照）。この第 2 動き補償処理の詳細な手順を、図 1 7 を参照して説明する。

【 0 0 5 5 】

まず、図 1 7 のステップ S 1 0 0 に示すように、初期設定を行い、変数 ite を 1 に設定する。次に、第 3 動きベクトル [ite] の終点によって定まる第 2 参照フ

レームの第1画像ブロックと、第3動きベクトル[ite]の終点位置の点対称位置によって定まる第1参照フレーム上の第1画像ブロックの平均を取り（ステップS101、S102、S103参照）、その平均画像ブロックを、補間フレーム上当該小ブロックにコピーするが、実際にコピーするのは、図28に示すように、当該画素位置が第2不一致フィルタ[ite]において0の画素のみである（ステップS104、S105、S106、S107参照）。以上の処理を、ブロック内の全画素を走査するまで繰り返す（ステップS108参照）。

【0056】

その後、ステップS109において、変数iteに1を加え、変数iteの値がn、すなわち、補間フレームを分割した一様格子の小ブロックの数に達するまで行うことで、補間フレームを作成する。

【0057】

以上説明したように、補助フレームを求め、この補助フレームに用いて補間フレームを求めるように構成されているので、生成される補間フレームに隙間あるいは重なり部分ができることを防止することが可能となるとともに本来オブジェクトが来るはずの部分に背景が誤って混入するのを防止することが可能となるので、高品質の補間フレームを生成することができる。

【0058】

（第3実施形態）

次に、本発明の第3実施形態によるフレーム補間方法を、図29及び図30を参照して説明する。この第3実施形態によるフレーム補間方法は、第1実施形態の方法と第2実施形態の方法を混合したものである。この第3実施形態によるフレーム補間方法を実施するフレーム補間装置の構成を図29に示す。このフレーム補間装置は、フレームメモリ12bと、動きベクトル推定部14bと、ベクトルスケール変換部16bと、動き補償部18bと、使用画素領域検出部20bと、動きベクトル候補推定部22bと、動きベクトル候補検定部24bと、動き補償部26bとを備えている。

【0059】

次に、本実施形態によるフレーム補間方法の構成および作用を、60Hzノン

インタレースの画像信号を 1 2 0 H z ノンインタレースの画像信号にアップコンバートする場合を例にして述べる。ただし、本発明は、これに限られるものではない。また、補間フレームに隣接する 2 つのフレームうち時間的に前のフレームを第 1 参照フレーム p 1 とし、時間的に後のフレームを第 2 参照フレーム p 2 とする。第 1 参照フレーム p 1 は入力された画像信号から生成され、フレームメモリ 1 2 b、動きベクトル推定部 1 4 b、動き補償部 1 8 b、動きベクトル候補推定部 2 2 b、動きベクトル候補検定部 2 4 b、動き補償部 2 6 b に送られる。また、第 2 参照フレームは、入力された画像信号からフレームメモリ 1 2 b において生成されて格納され、動きベクトル推定部 1 4 b および動きベクトル候補推定部 2 2 b に送られる。

【 0 0 6 0 】

本実施形態によるフレーム補間方法の全体の処理手順を図 3 0 に示す。

【 0 0 6 1 】

まず、図 3 0 のステップ S 1 4 0 に示すように、第 1 および第 2 参照フレームから補助フレームを作成する。この補助フレームの作成は、図 1 2 に示す動きベクトル推定部 1 4 b、ベクトルスケール変換部 1 6 b、および動き補償部 1 8 b において、第 1 実施形態と同様に、図 3 に示すフローチャートに従って行われる。

【 0 0 6 2 】

a) 動き推定処理

動き推定処理は、動きベクトル推定部 1 4 b によって行われ、図 7 に示すように、第 1 参照フレームを一様格子の小ブロックに分割し、第 2 参照フレームの画像から、それらの小ブロックに対して最も相関度の高いブロックを探索し、第 1 動きベクトルを推定する処理をおこなう（図 3 のステップ S 1 0、S 1 1、S 1 2 参照）。例えばブロックマッチングのアルゴリズムを使うことができ、相関度の尺度として絶対値差分和（S A D）を用いることができる。ここでは、時間的に前のフレームから時間的に後のフレームに対する動きベクトルを推定する前方動き推定について述べたが、本実施形態においてはそれに限ったことなく、時間的に後のフレームから時間的に前のフレームに対する動きベクトルを推定す

る後方動き推定でも、前方動き推定、後方動き推定におけるより信頼度の高い方を選択する双方向動き推定を用いてもかまわない。

【 0 0 6 3 】

b) ベクトルスケール変換処理

ベクトルスケール変換処理は、ベクトルスケール変換処理部 1 6 b において行われ、補助フレームを 6 0 H z 信号の中央に作るために、上記第 1 動きベクトルの長さを $1/2$ とするベクトルスケール変換を行い、第 2 動きベクトルを求める（図 3 のステップ S 1 3 参照）。

【 0 0 6 4 】

c) 第 1 動き補償処理

第 1 動き補償処理は、動き補償部 1 8 b において行われる。この第 1 動き補償処理は、第 1 実施形態の場合と同様にして行われる。すなわち、図 8 に示すように、上記第 2 動きベクトルの終点によって定まる第 2 参照フレームの第 2 ブロック画像と、第 1 小ブロックの画像の平均を取り、その平均画像ブロックを、上記第 2 動きベクトルの始点によって定まる補助フレーム上の小ブロックにコピーする（図 3 のステップ S 1 4 参照）。

【 0 0 6 5 】

上記処理 a) から処理 c) までの処理を、処理 a) で分割した第 1 小ブロック全体について行い（図 3 のステップ S 1 5 参照）、補助フレームを作成する（図 7 参照）。

【 0 0 6 6 】

d) 使用画素領域検出処理

使用画素領域検出処理は、使用画素領域検出部 2 0 b において行われる。この使用画素領域検出処理は、第 1 実施形態の場合と同様にして行われる。すなわち、上記補助フレームにおいて、全く画素値が代入されていない画素を検出し、画素値が代入されていない画素位置に 0、それ以外の画素位置を 1 とした使用画素フィルタを出力する。

【 0 0 6 7 】

e) 動きベクトル候補推定処理

動きベクトル候補推定処理は、動きベクトル候補推定部 2 2 b において行われる。この動きベクトル候補推定処理は、第 2 実施形態の場合と同様にして行われる。

【 0 0 6 8 】

e 1) すなわち、まず、補間フレームを一樣格子の小ブロックに分割し、第 1 参照フレームと第 2 参照フレームから、当該小ブロックを中心として幾何対称位置に当たる両フレーム上の第 1 および第 2 小ブロックの相関を計算し（相関は一致画素数和などを用いることができる）、相関の良いものから順に複数のベクトルを動きベクトル候補 [ite] として選定する（図 2 6 参照）。

【 0 0 6 9 】

e 2) さらに、動きベクトル候補 [ite] により定まる第 2 小ブロックと第 1 小ブロックの一致、不一致画素を求め、一致画素位置では 0（整数値）、不一致画素では 1（整数値）を、第 1 小ブロックと同じサイズの第 2 不一致フィルタ [ite] に代入する。

【 0 0 7 0 】

e 3) 続いて、動きベクトル候補推定ステップに戻り、当該小ブロックを中心として幾何対称位置に当たる両フレーム上の第 1 および第 2 小ブロックを再帰的に探索するが、探索の際には、第 2 不一致フィルタ [ite] において、当該画素位置が 0 の位置では相関度演算はおこなわず、当該画素位置が 1 の位置で相関度演算をおこなうようにする。さらに、一つ前イテレーションの不一致フィルタと、現在のイテレーションの不一致フィルタの論理積を取り、それを現在のイテレーションの不一致フィルタとする。このようにすることによって、相関度の近いもの同士が自然に行えるようになる。

【 0 0 7 1 】

e 4) 以上の処理を、所望の反復回数 k まで、再帰的におこなうことによって、動きベクトル候補グループ（動きベクトル候補 [ite]、(ite = 1, ..., k) と、第 2 不一致フィルタグループ（第 2 不一致フィルタ [ite]、(ite = 1, ..., k)）を求める（図 2 6 参照参照）。

【 0 0 7 2 】

e 5) 動きベクトル候補検定処理

動きベクトル候補検定処理は、動きベクトル候補検定部 2 4 b において行われ、第 2 実施形態の場合と同様にして行われる。すなわち、上記動きベクトル候補 [ite]、(ite = 1, ..., k) の中から動きベクトルを決定する。決定に際して、上記補助フレームを参照情報として使用する。上記動きベクトル候補 [ite] の一つによって定まる、第 1 参照フレーム上の第 1 小ブロックと、第 2 参照フレーム上の第 2 小ブロックを求め、当該小ブロック位置に当たる補助フレーム上の画像ブロックである第 3 小ブロックを求める。第 1 小ブロックと第 3 小ブロックの相関である第 1 相関と、第 2 小ブロックと第 3 小ブロックの相関である第 2 相関との和を、この動きベクトル候補 [ite] の相関度とする。当該小ブロックに属するすべての動きベクトル候補に対して上記の処理をおこない、最も相関の良いものを第 3 動きベクトル [ite] として出力する（図 2 7 参照）。以上の検定を、イテレーション回数 k の回数分行うことによって、第 3 動きベクトルグループを求める。ただし、上記第 1 小ブロックと第 3 小ブロックの相関を求める演算と、第 2 小ブロックと第 3 小ブロックの相関を求める演算においては、補助フレームにおける画素値が代入されていない画素によって、その部分の相関が著しく低下してしまうという問題が発生する。そこで、上記使用画素領域検出ステップで求めた使用画素フィルタを用いる。上記相関を求める演算の際には、当該画素位置における使用画素フィルタの値が 0 の場合は、相関演算においてその画素は使用せず、使用画素フィルタの値が 1 の画素のみについて相関演算をするようにする。

【 0 0 7 3 】

f) 第 2 動き補償処理

第 2 動き補償処理は、動き補償部 2 6 b において行われ、第 2 実施形態の場合と同様にして行われる。すなわち、上記第 3 動きベクトル [ite] の終点によって定まる第 2 参照フレームの画像ブロックと、第 3 動きベクトル [ite] の終点位置の点対称位置によって定まる第 1 参照フレーム上の画像ブロックの平均を取り、その平均画像ブロックを、補間フレーム上の当該小ブロックにコピーするが、実際にコピーするのは、当該画素位置が第 2 不一致フィルタ [ite] において値が 0 の画素のみである（図 2 8 参照）。以上の処理を、補間フレームを分割した一様

格子の小ブロックの数に達するまで行うことで、補間フレームを作成する。

【 0 0 7 4 】

以上説明したように、補助フレームを求め、この補助フレームに用いて補間フレームを求めるように構成されているので、生成される補間フレームに隙間あるいは重なり部分ができることを防止することが可能となるとともに本来オブジェクトが来るはずの部分に背景が誤って混入するのを防止することが可能となるので、高品質の補間フレームを生成することができる。

【 0 0 7 5 】

(第 4 実施形態)

次に、次に、本発明の第 4 実施形態によるフレーム補間方法を、図 3 1 乃至図 3 3 を参照して説明する。この第 4 実施形態によるフレーム補間方法は、M P E G 情報を利用するものである。この第 3 実施形態によるフレーム補間方法を実施するフレーム補間装置の構成を図 3 1 に示す。このフレーム補間装置は、復号部 1 0 と、復号信号判定部 1 1 と、フレームメモリ 1 2 c と、動きベクトル推定部 1 4 c と、ベクトルスケール変換部 1 6 c と、動き補償部 1 8 c と、使用画素領域検出部 2 0 c と、動きベクトル候補推定部 2 2 c と、動きベクトル候補検定部 2 4 c と、動き補償部 2 6 c とを備えている。

【 0 0 7 6 】

次に、本実施形態によるフレーム補間方法の構成および作用を、6 0 H z ノンインタレースの画像信号を 1 2 0 H z ノンインタレースの画像信号にアップコンバートする場合を例にして述べる。ただし、本発明は、これに限られるものではない。また、補間フレームに隣接する 2 つのフレームうち時間的に前のフレームを第 1 参照フレーム p 1 とし、時間的に後のフレームを第 2 参照フレーム p 2 とする。第 1 参照フレーム p 1 は入力された画像信号から復号部 1 0 において生成され、復号信号判定部 1 1、フレームメモリ 1 2 c、動きベクトル推定部 1 4 c、動き補償部 1 8 c、動きベクトル候補推定部 2 2 c、動きベクトル候補検定部 2 4 c、動き補償部 2 6 c に送られる。また、第 2 参照フレームは、復号部 1 0 において取り出されてフレームメモリ 1 2 c に格納され、動きベクトル推定部 1 4 c および動きベクトル候補推定部 2 2 c に送られる。

【 0 0 7 7 】

a) 復号部 1 0 では、動き補償予測符号化された信号を復号処理し、画像信号系列と動きベクトル情報とに分離し、上記画像信号系列から第 1 参照フレームと第 2 参照フレームを取り出し、第 1 参照フレームと第 2 参照フレーム間の動きベクトルを第 1 動きベクトルとする。

【 0 0 7 8 】

b) 復号信号判定部 1 1 では、上記第 1 動きベクトルに対応する予測残差を調べ、その予測残差が設定された閾値よりも大きい場合に、その第 1 動きベクトルは信頼度が低いと判定する。

【 0 0 7 9 】

c) 動き推定部 1 4 c では、復号信号判定部 1 1 で信頼度が低いと判定されたブロックのみに対して、第 1 参照フレームと第 2 参照フレームから動きベクトルを推定し、第 2 動きベクトルを求める。上記復号信号判定部 1 1 で信頼度が低いと判定されなかったブロックに対しては、第 1 動きベクトルを第 2 動きベクトルとしてそのまま出力する。

【 0 0 8 0 】

d) ベクトルスケール変換部 1 6 c では、補助フレームを 6 0 H z 信号の中央に作るために、上記第 1 動きベクトルの長さを $1/2$ とするベクトルスケール変換を行い、第 3 動きベクトルを求める。

【 0 0 8 1 】

e) 動き補償部 1 8 c では、第 1 動き補償処理を行う。すなわち、上記第 3 動きベクトルの終点によって定まる第 2 参照フレームの画像ブロックと、上記第 3 動きベクトルの属している当該小ブロックの画像の平均を取り、その平均画像ブロックを、上記第 3 動きベクトルの始点によって定まる補間フレーム上の小ブロックにコピーする。上記 b) から d) の処理を小ブロック全体についておこなうことで、補助フレームを作成する（図 7 および図 1 0 参照）。

【 0 0 8 2 】

f) 使用画素領域検出部 2 0 c では、上記補助フレームにおいて、全く画素値が代入されていない画素を検出し、画素値が代入されていない画素位置に 0、そ

れ以外の画素位置を 1 とした使用画素フィルタを出力する。

【 0 0 8 3 】

g) 動きベクトル候補推定部 2 2 c では、補間フレームを一樣格子の小ブロックに分割し、第 1 参照フレームと第 2 参照フレームから、当該小ブロックを中心として幾何対称位置に当たる両フレーム上の小ブロックの相関を計算し、相関の良いものから順に複数のベクトルを動きベクトル候補として選定する（図 9 参照）。

【 0 0 8 4 】

h) 動きベクトル候補検定部 2 4 c では、上記動きベクトル候補の中から動きベクトルを決定する。決定に際して、上記補助フレームを参照情報として使用する。上記動きベクトル候補の一つによって定まる、第 1 参照フレーム上の第 1 小ブロックと、第 2 参照フレーム上の第 2 小ブロックを求め、当該小ブロック位置に相当する補助フレーム上の画像ブロックである第 3 小ブロックを求める。第 1 小ブロックと第 3 小ブロックの相関である第 1 相関を求め、第 2 小ブロックと第 3 小ブロックの相関である第 2 相関を求め、これらの第 1 および第 2 相関の和を、上記動きベクトル候補の相関度とする。当該小ブロックに属するすべての動きベクトル候補に対して上記の処理をおこない相関度を求め、最も相関の良いものを第 3 動きベクトルとして出力する（図 1 1 参照）。ただし、上記第 1 小ブロックと第 3 小ブロックの相関を求める演算と、第 2 小ブロックと第 3 小ブロックの相関を求める演算においては、補助フレームにおける画素値が代入されていない画素によって、その部分の相関が著しく低下してしまうという問題が発生する。そこで、上記使用画素領域検出部 2 0 c で求めた使用画素フィルタを用いる。上記相関を求める演算の際には、当該画素位置における使用画素フィルタの値が 0 の場合は、相関演算においてその画素は使用せず、使用画素フィルタの値が 1 の画素のみについて相関演算をするようにする。

【 0 0 8 5 】

i) 動き補償部 2 6 c では、第 2 動き補償処理を行う。すなわち、上記第 3 動きベクトルの終点によって定まる第 2 参照フレームの画像ブロックと、第 3 動きベクトルの終点位置の点対称位置によって定まる第 1 参照フレーム上の画像ブロ

ックとを平均した平均画像ブロックを求め、この平均画像ブロックを補間フレーム上の当該小ブロックにコピーする。

【 0 0 8 6 】

以上の処理を、補間フレームを分割した一様格子の小ブロックの数に達するまで行うことで、補間フレームを作成する。

【 0 0 8 7 】

次に、本実施形態のフレーム補間方法の具体的な処理手順を図 3 2 および図 3 3 を参照して説明する。

【 0 0 8 8 】

まず、図 3 2 のステップ S 1 5 0 に示すように、動き補償予測符号化された信号から補助フレームを作成する。この補助フレームの作成は、図 3 3 に示すフローチャートに従って行われる。すなわち、図 3 3 のステップ S 1 6 0 に示すように、動き補償予測符号化された信号を復号する。続いて、ステップ S 1 6 1 に示すように、復号された信号から画像信号系列と、動きベクトル情報とに分離する。次に、画像信号系列から第 1 参照フレームおよび第 2 参照フレームを取り出す（ステップ S 1 6 2 参照）。その後、動きベクトル情報から第 1 参照フレームと、第 2 参照フレームとの間の動きベクトルを取り出し、第 1 動きベクトルとする。そして、ステップ S 1 6 4 においてブロックの走査を開始する。すなわち、ステップ S 1 6 5 において、第 1 動きベクトルに対応する予測残差を求め、この予測残差の値が閾値よりも大きいかな否かの判定をステップ S 1 6 6 において行う。予測残差の値が閾値よりも大きい場合には、ステップ S 1 6 8 に進み、第 1 参照フレームと、第 2 参照フレームとから第 2 動きベクトルを求め、ステップ S 1 6 9 に進む。予測残差の値が閾値よりも大きくない場合は、ステップ S 1 6 9 に進み、第 2 動きベクトル、第 1 参照フレーム、および第 2 参照フレームから第 1 動き補償処理を行う。その後、ステップ S 1 7 0 において、全ブロックを走査した否かの判定が行われ、走査していない場合にはステップ S 1 6 5 に戻り、上述の手順を繰り返す。全ブロックを走査した場合には、補助フレームの作成処理を終了する。

【 0 0 8 9 】

次に、再び、図 3 2 にもどって、ステップ S 1 5 1 に進み、補助フレームの使用画素を検出し、使用画素フィルタを求める。この使用画素フィルタは、第 1 実施形態の場合と同様に、図 4 に示すフローチャートに従って求められる。続いて、ステップ S 1 5 3 に進み、ブロックの走査をかいしする。そして、補間フレーム上の小ブロックを中心として点対称に、第 1 参照フレーム上の第 1 小ブロックと、第 2 参照フレーム上の第 2 小ブロックを探索し、相関度の高いものから順に複数の動きベクトル候補を選定する（ステップ S 1 5 4 参照）。その後、動きベクトル候補の中から、補助フレームを用いた検定によって、第 3 動きベクトルを求める（ステップ S 1 5 5 参照）。続いて、第 3 動きベクトルによって定まる第 1 参照フレーム上の画像ブロックと第 2 参照フレーム上の画像ブロックの平均を取り、補間フレーム上の対象ブロックにコピーする（ステップ S 1 5 6 参照）。そして、全ブロックを走査したか否かの判定がステップ S 1 5 7 において行われ、走査していない場合は、ステップ S 1 5 4 に戻り、上述の手順を繰り返す。また、全ブロックを走査した場合には、補間フレームを求める処理を終了する。

【 0 0 9 0 】

以上説明したように、補助フレームを求め、この補助フレームに用いて補間フレームを求めるように構成されているので、生成される補間フレームに隙間あるいは重なり部分ができることを防止することが可能となるとともに本来オブジェクトが来るはずの部分に背景が誤って混入するのを防止することが可能となるので、高品質の補間フレームを生成することができる。

【 0 0 9 1 】

【発明の効果】

以上のべたように、本発明によれば、高品質の補間フレームを生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態によるフレーム補間方法に用いられるフレーム補間装置の構成を示すブロック図。

【図 2】

第 1 実施形態によるフレーム補間方法の処理手順を示すフローチャート。

【図 3】

補助フレーム作成手順を示すフローチャート。

【図 4】

使用画素フィルタ作成手順を示すフローチャート。

【図 5】

第 1 実施形態に係る動きベクトル候補検定処理手順を示すフローチャート。

【図 6】

使用画素フィルタを用いた相関度演算の処理手順を示すフローチャート。

【図 7】

第 1 実施形態による動き推定処理を説明する模式図。

【図 8】

補助フレーム作成の際の各ブロックの位置関係を説明する模式図。

【図 9】

動きベクトル候補推定処理を説明する図。

【図 10】

補助フレームと補間フレームとの関係を説明する図。

【図 11】

動きベクトル候補検定処理を説明する図。

【図 12】

本発明の第 2 実施形態によるフレーム補間方法に用いられるフレーム補間装置の構成を示すブロック図。

【図 13】

第 2 実施形態によるフレーム補間方法の処理手順を示すフローチャート。

【図 14】

第 2 実施形態によるフレーム補間方法の補助フレーム作成手順を示すフローチャート。

【図 15】

第 2 実施形態によるフレーム補間方法の動きベクトル候補推定および検定処理

手順を示すフローチャート。

【図 1 6】

第 2 実施形態によるフレーム補間方法の動きベクトル候補検定処理手順を示すフローチャート。

【図 1 7】

第 2 実施形態によるフレーム補間方法の第 2 動き補償処理手順を示すフローチャート。

【図 1 8】

第 2 実施形態によるフレーム補間方法の再帰的動き検定処理手順を示すフローチャート。

【図 1 9】

第 2 実施形態によるフレーム補間方法の第 1 動き補償処理手順を示すフローチャート。

【図 2 0】

一致および不一致画素判定を説明する模式図。

【図 2 1】

再探索時の相関度演算を説明する図。

【図 2 2】

第 2 実施形態による動きベクトル推定処理を説明する図。

【図 2 3】

第 2 実施形態による第 1 動き補償処理を説明する図。

【図 2 4】

第 2 実施形態による補助フレームの作成処理を説明する図。

【図 2 5】

第 2 実施形態による補助フレームの使用を説明する図。

【図 2 6】

第 2 実施形態による動きベクトル候補推定処理を説明する図。

【図 2 7】

第 2 実施形態による動きベクトル候補検定処理を説明する図。

【図 2 8】

第 2 実施形態による第 2 動き補償処理を説明する図。

【図 2 9】

本発明の第 3 実施形態によるフレーム補間方法に用いられる装置の構成を示すブロック図。

【図 3 0】

第 3 実施形態によるフレーム補間方法の処理手順を示すフローチャート。

【図 3 1】

本発明の第 4 実施形態によるフレーム補間方法に用いられる装置の構成を示すブロック図。

【図 3 2】

第 4 実施形態によるフレーム補間方法の処理手順を示すフローチャート。

【図 3 3】

第 4 実施形態によるフレーム補間方法の補助フレーム作成処理手順を示すフローチャート。

【図 3 4】

フレーム補間についての説明する模式図。

【図 3 5】

従来のフレーム補間方法の問題点を説明する模式図。

【図 3 6】

Symmetric Search法の課題を説明する模式図。

【図 3 7】

Symmetric Search法の概念を示す模式図。

【符号の説明】

- 1 2 フレームメモリ
- 1 4 動きベクトル推定部
- 1 6 ベクトルスケール変換部
- 1 8 動き補償部
- 2 0 使用画素領域検出部

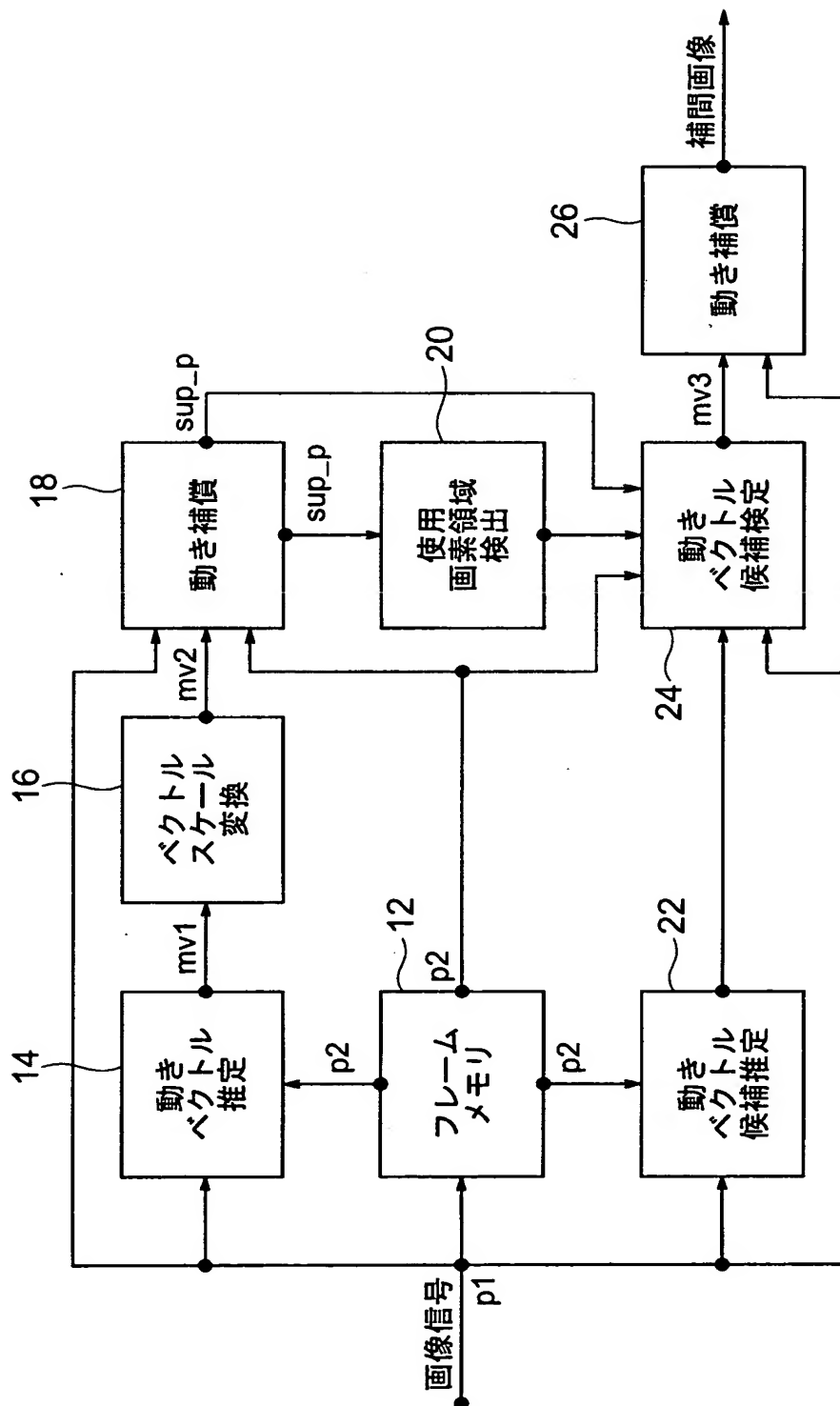
2 2 動きベクトル候補推定部

2 4 動きベクトル候補検定部

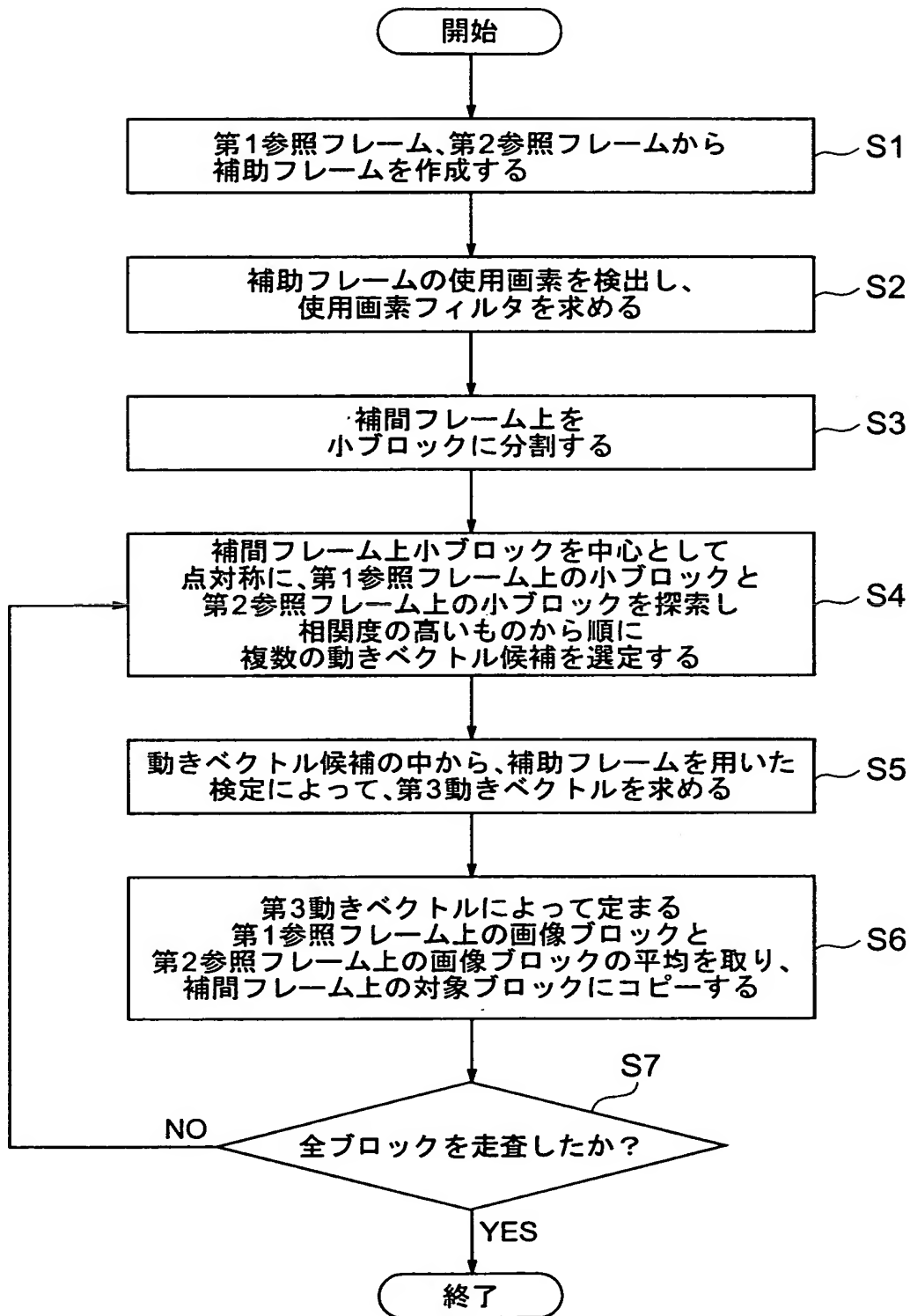
2 6 動き補償部

【書類名】 図面

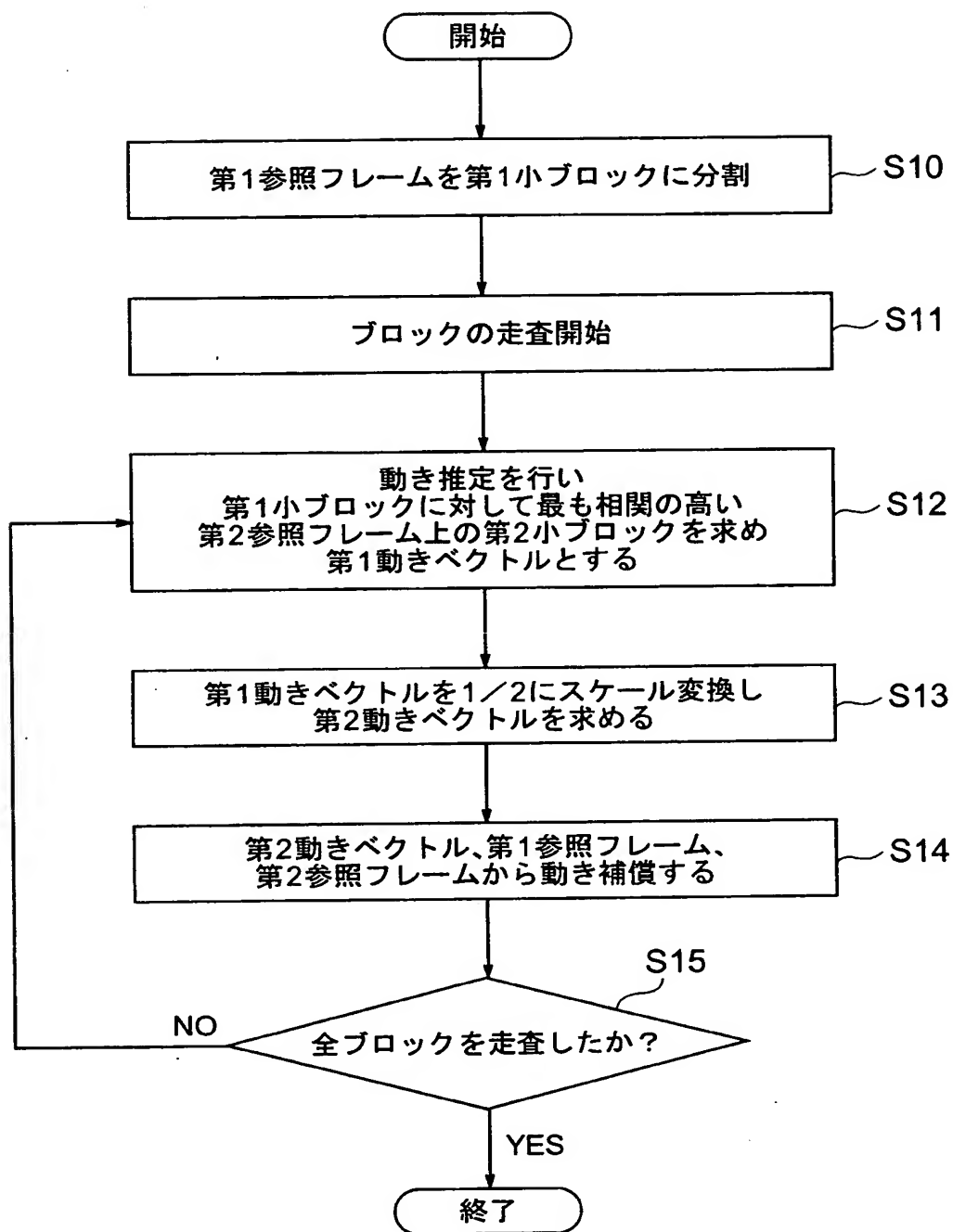
【図 1】



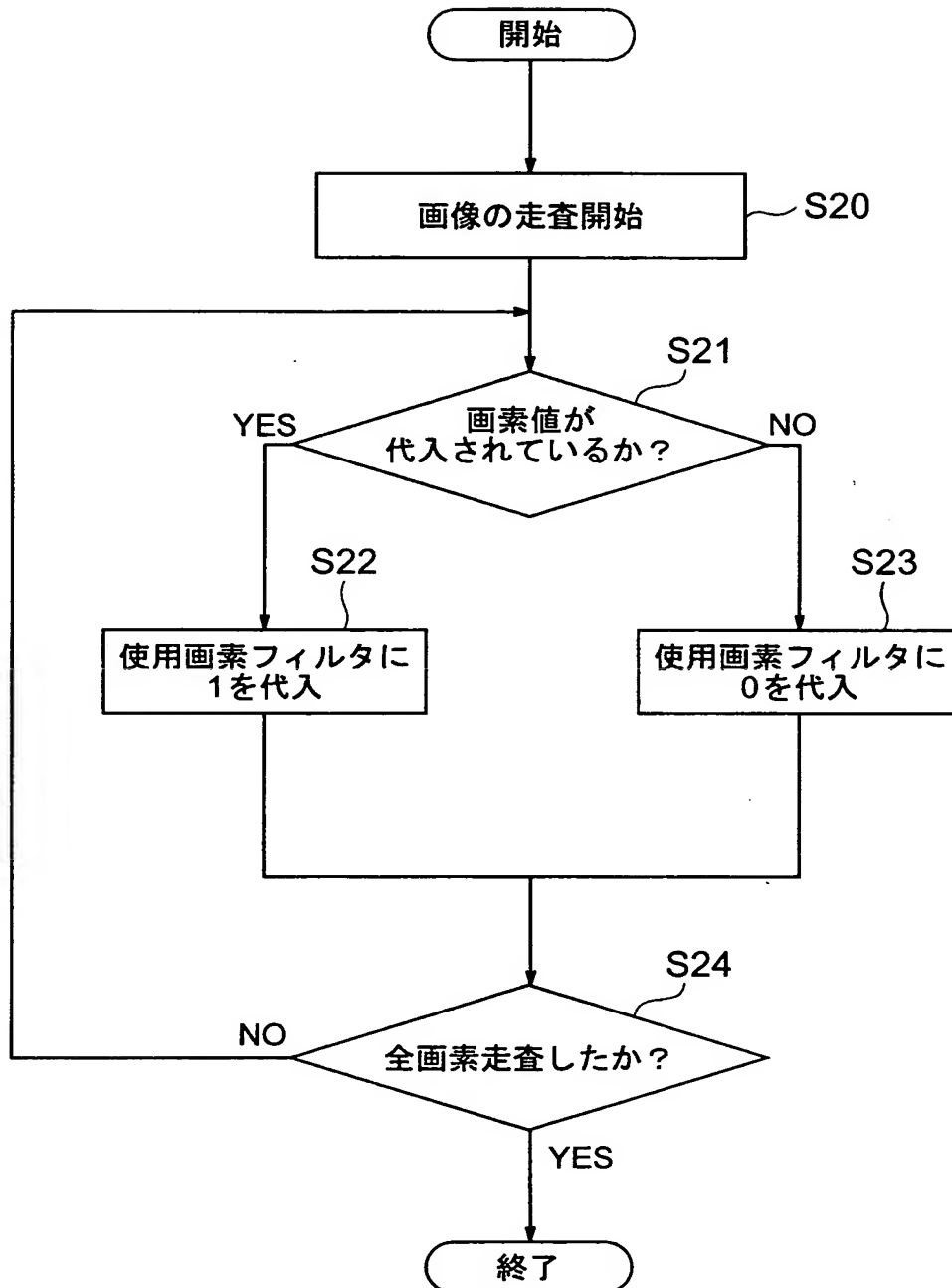
【図 2】



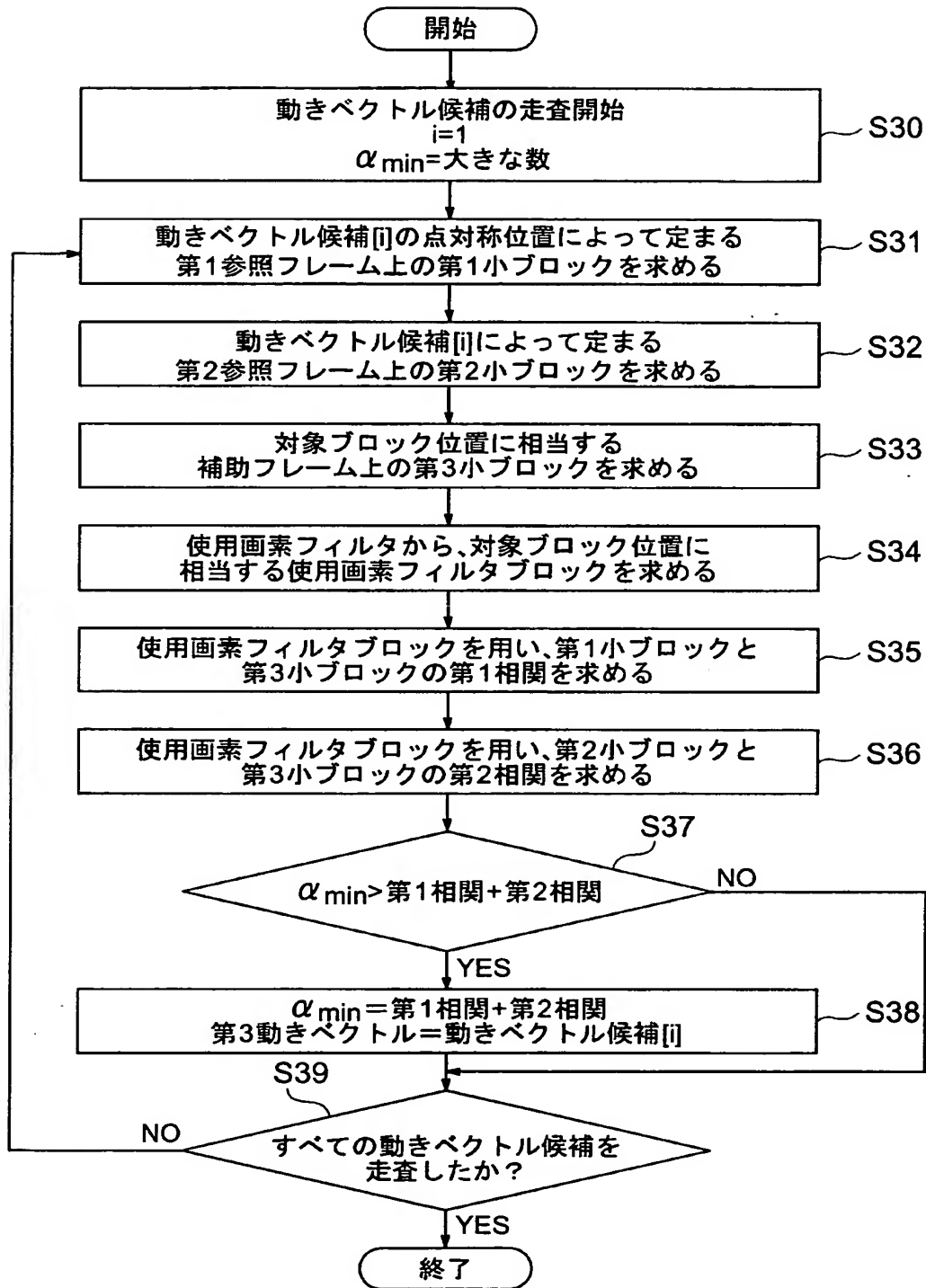
【図 3】



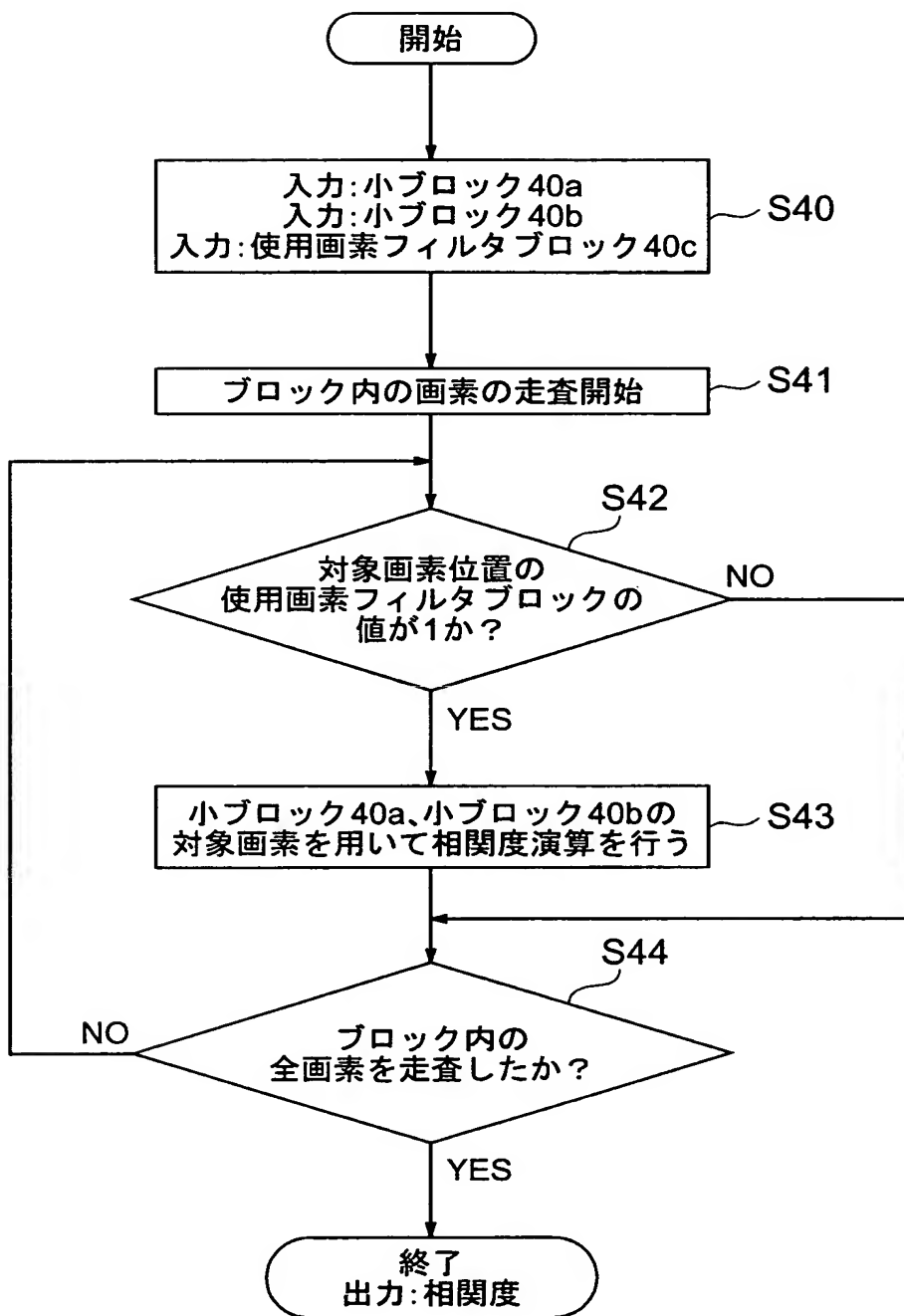
【図 4】



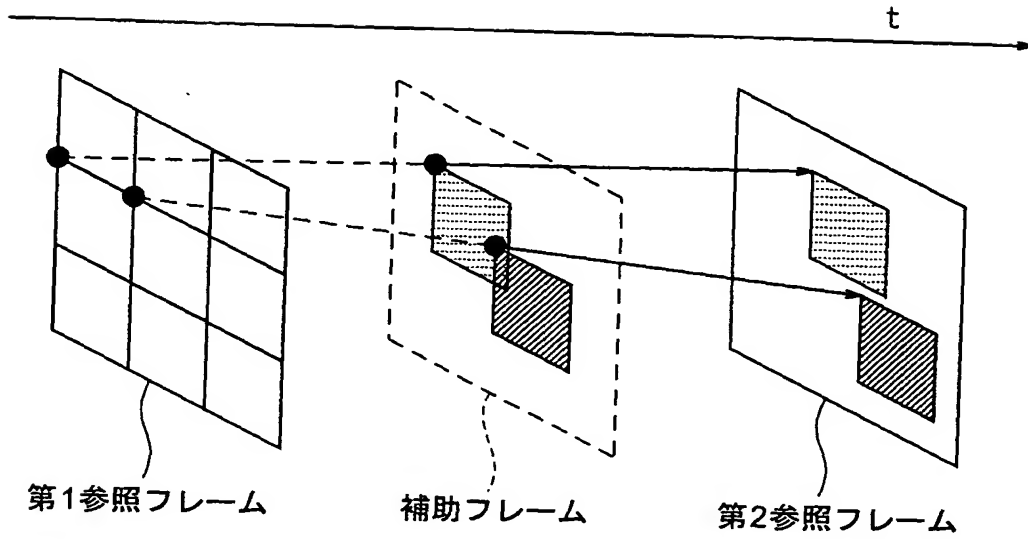
【図 5】



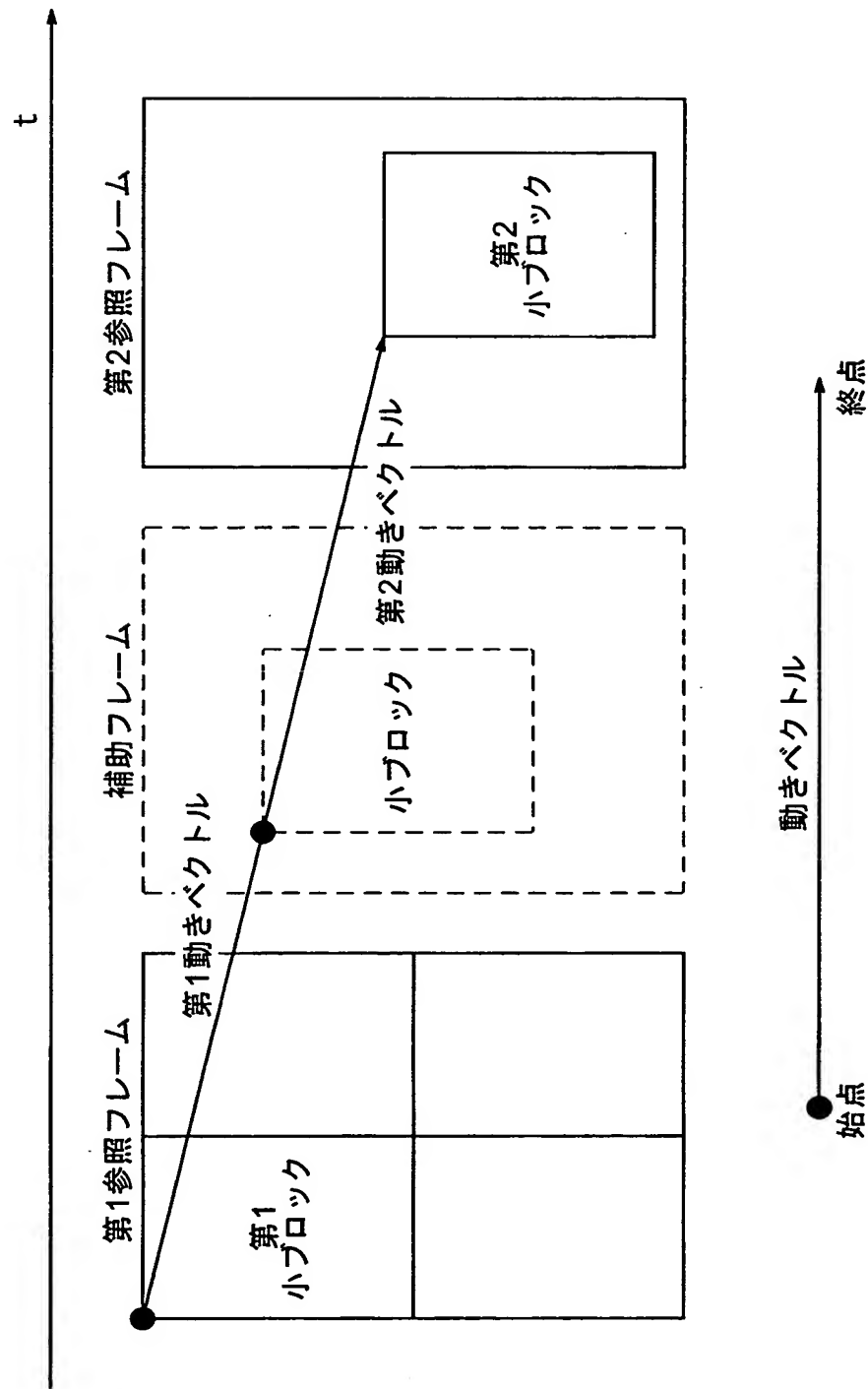
【図 6】



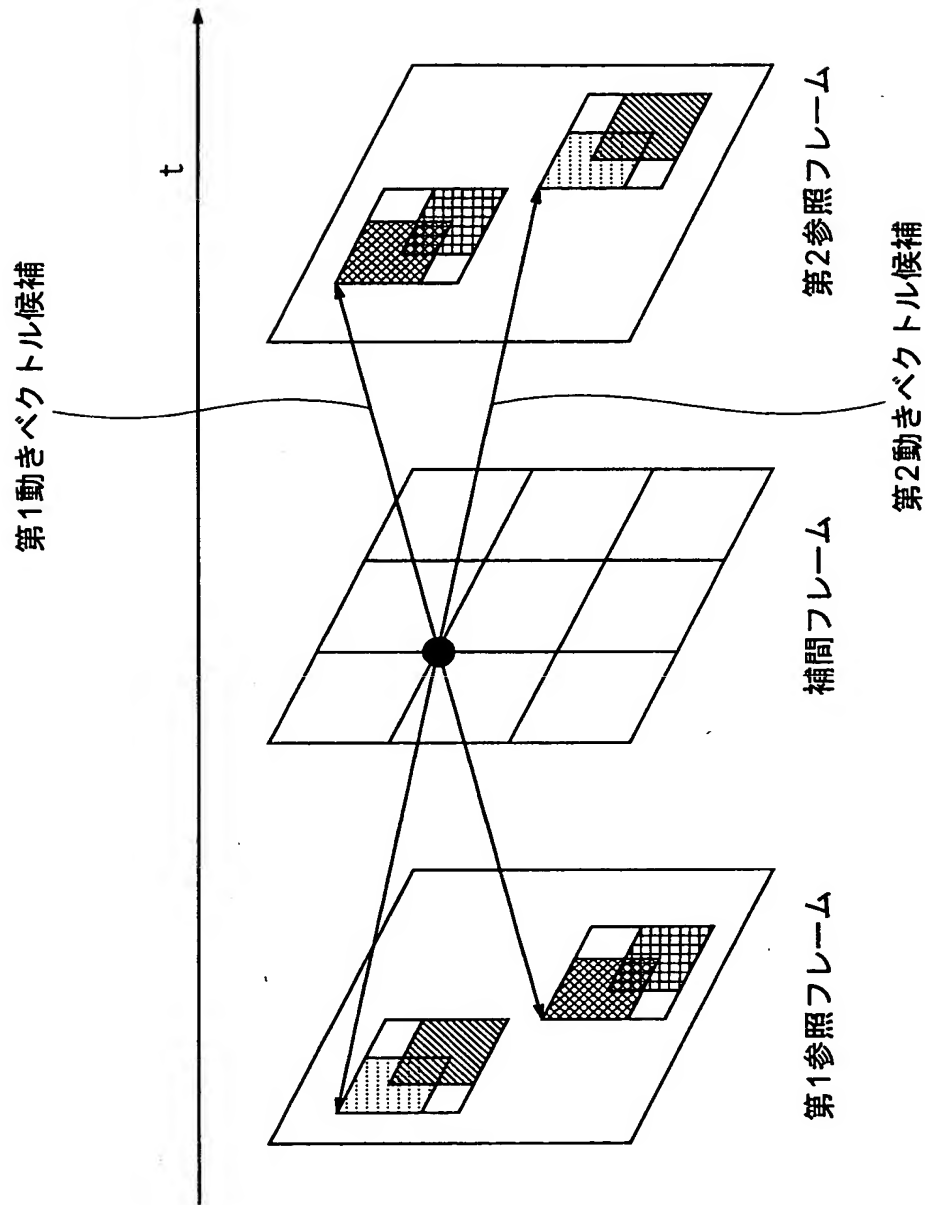
【図 7】



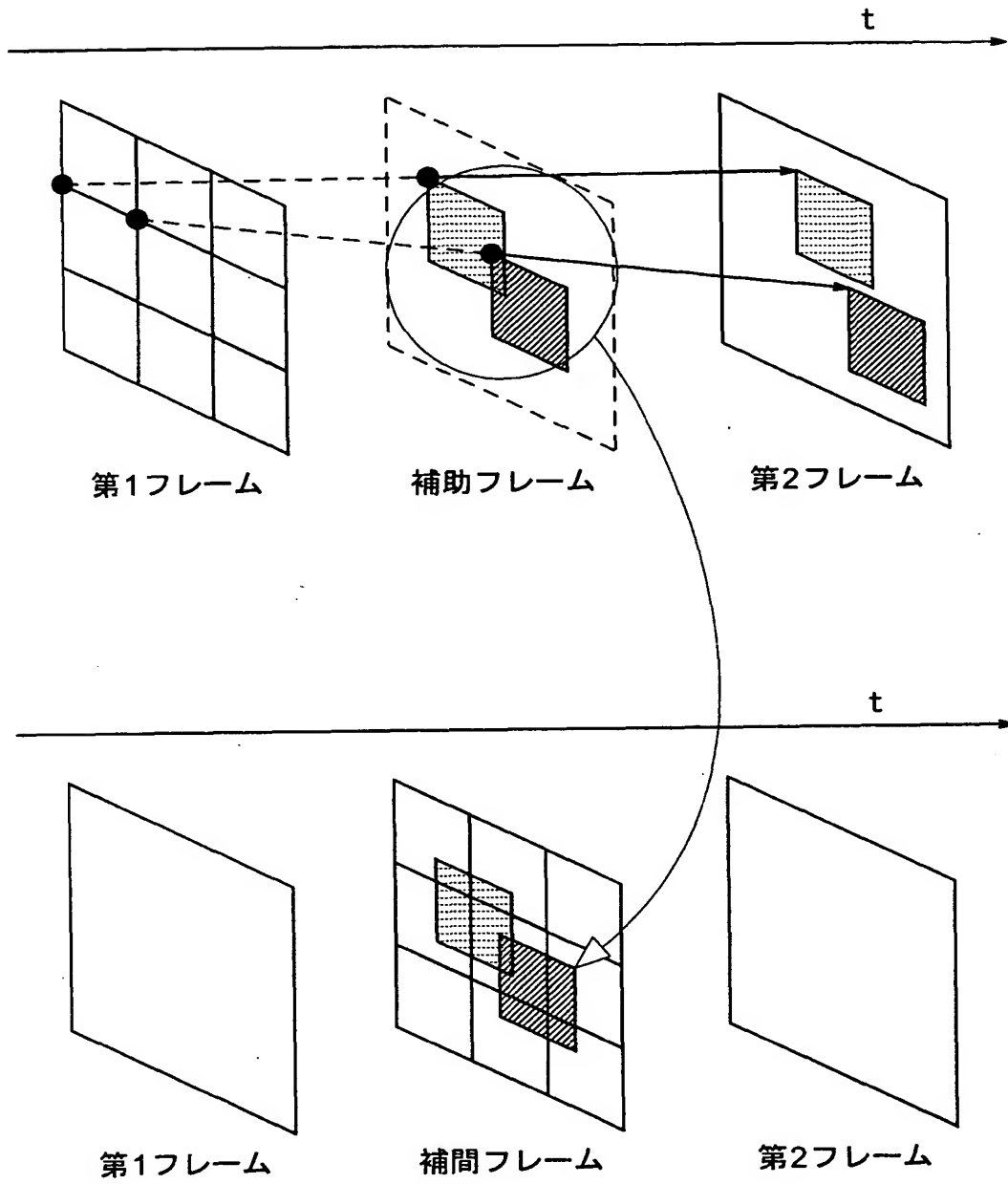
【図 8】



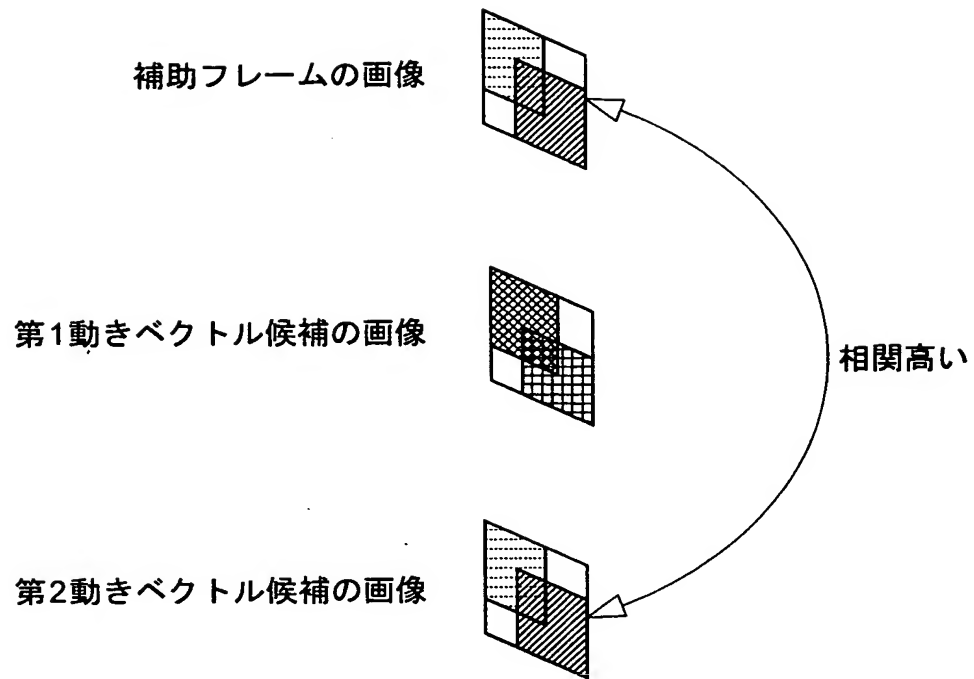
【図 9】



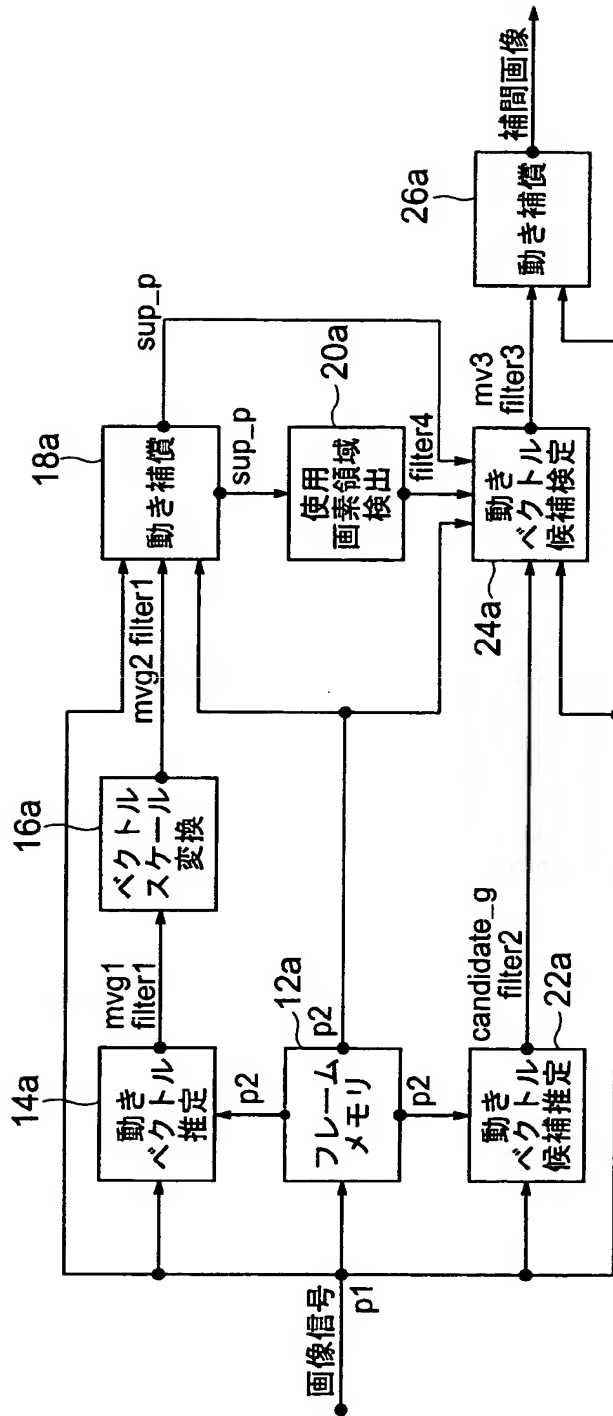
【図10】



【図 1 1】



【図 12】



mvg1: 第1動きベクトルグループ

mvg2: 第2動きベクトルグループ

mv3: 第3動きベクトルグループ

p1: 第1参照フレーム

p2: 第2参照フレーム

sup_p: 補助フレーム

filter1: 第1不一致フィルタグループ

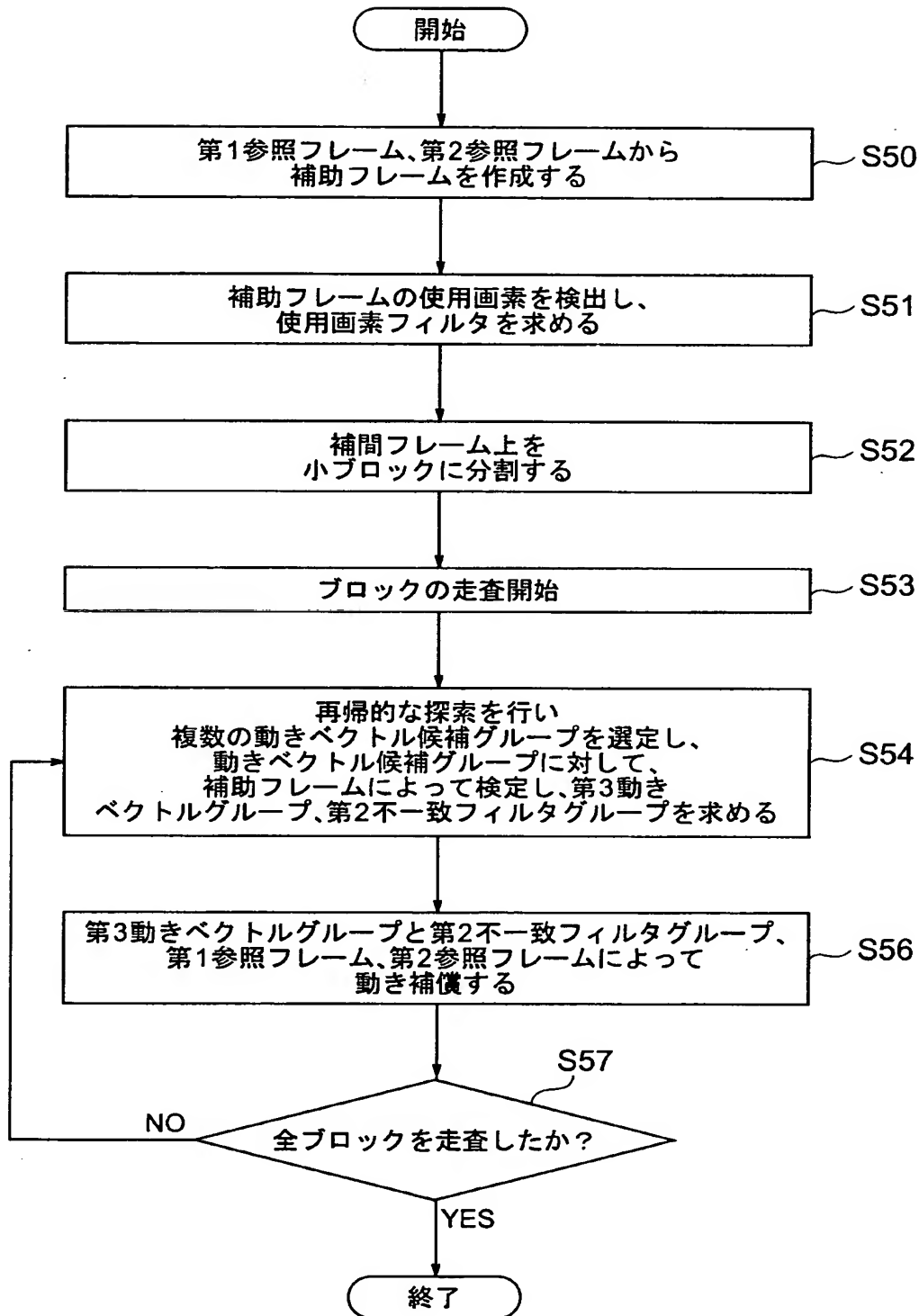
filter2: 第2不一致フィルタグループ

filter3: 第3不一致フィルタグループ

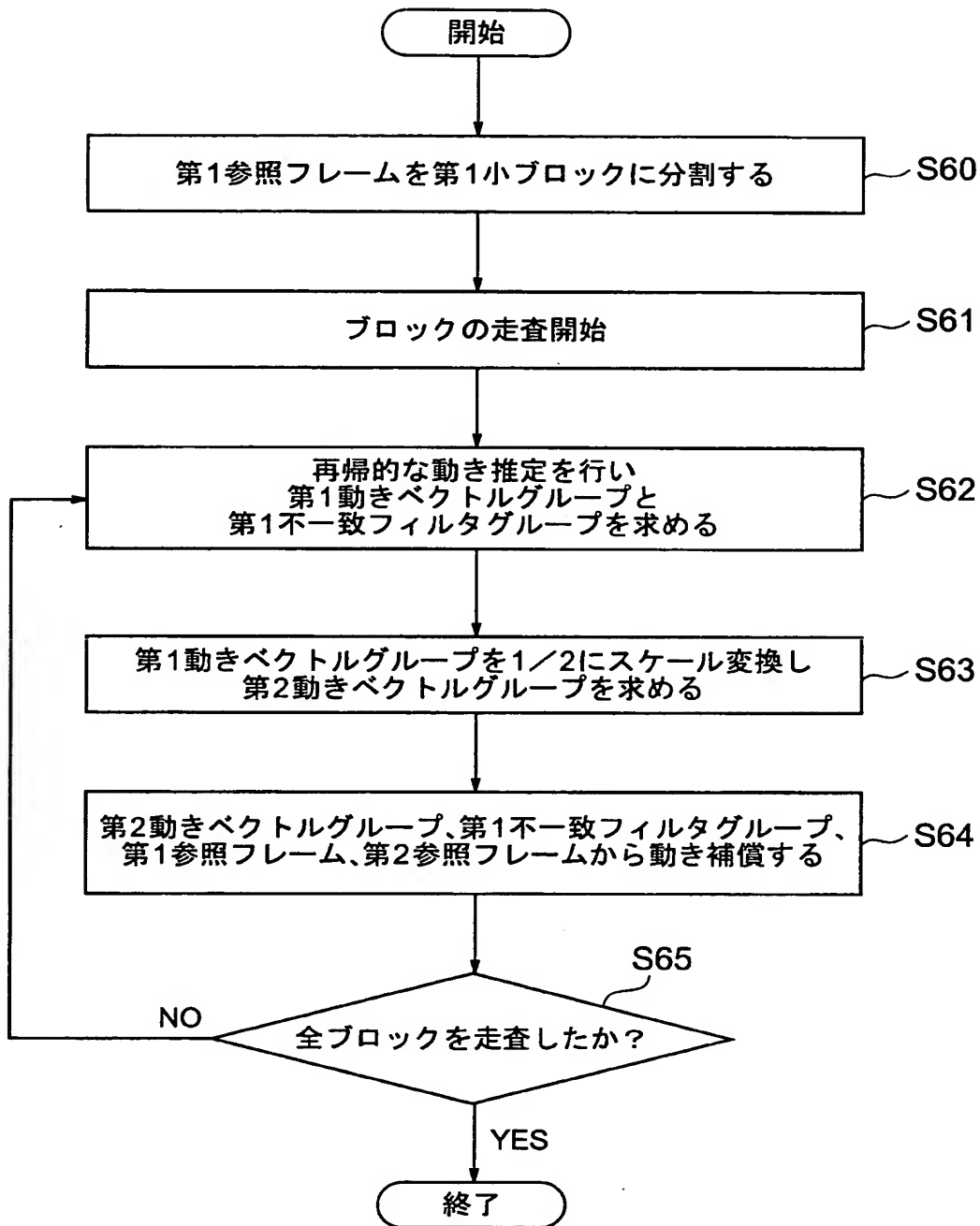
filter4: 使用画素フィルタ

candidate_g: 動きベクトル候補グループ

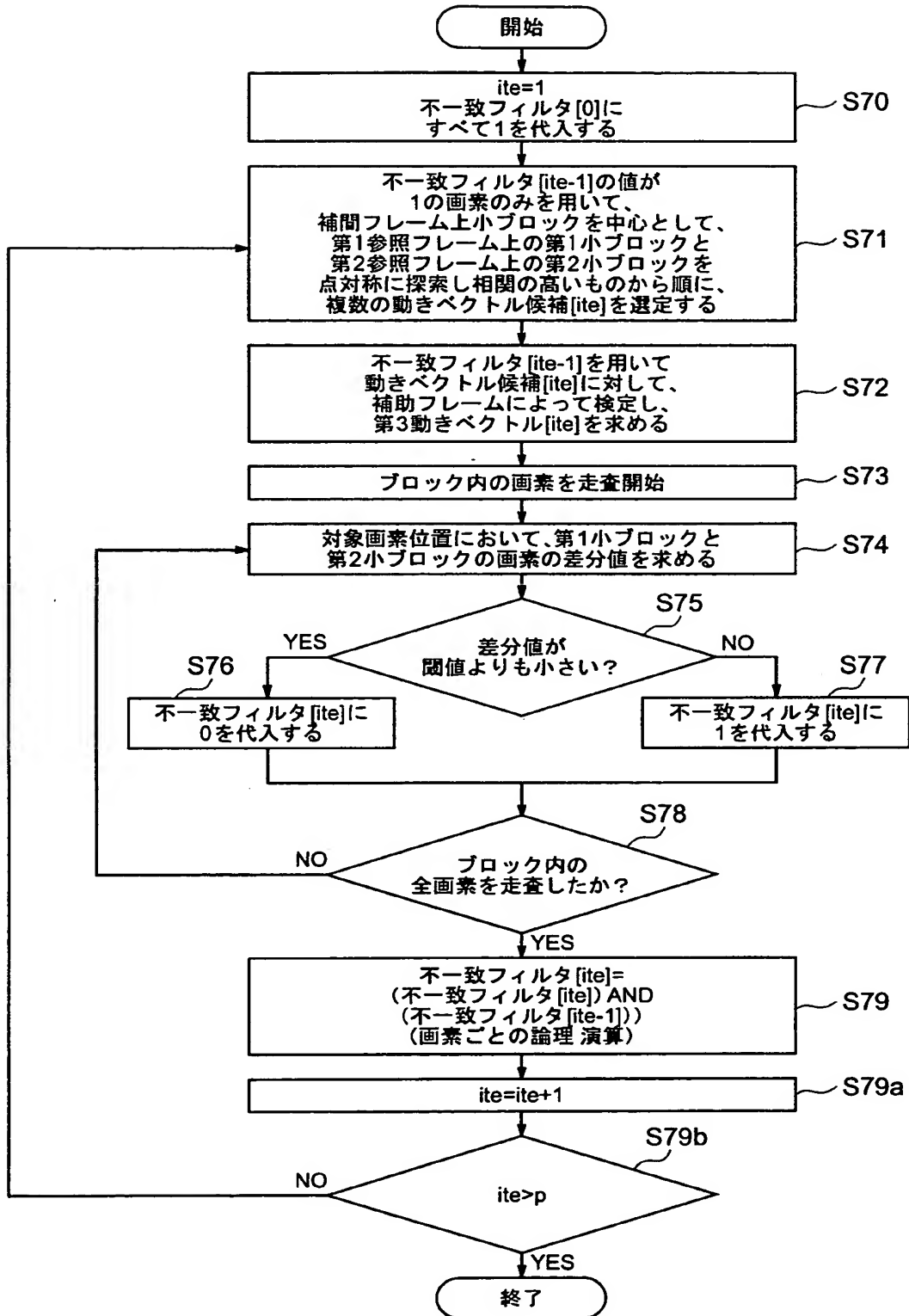
【図13】



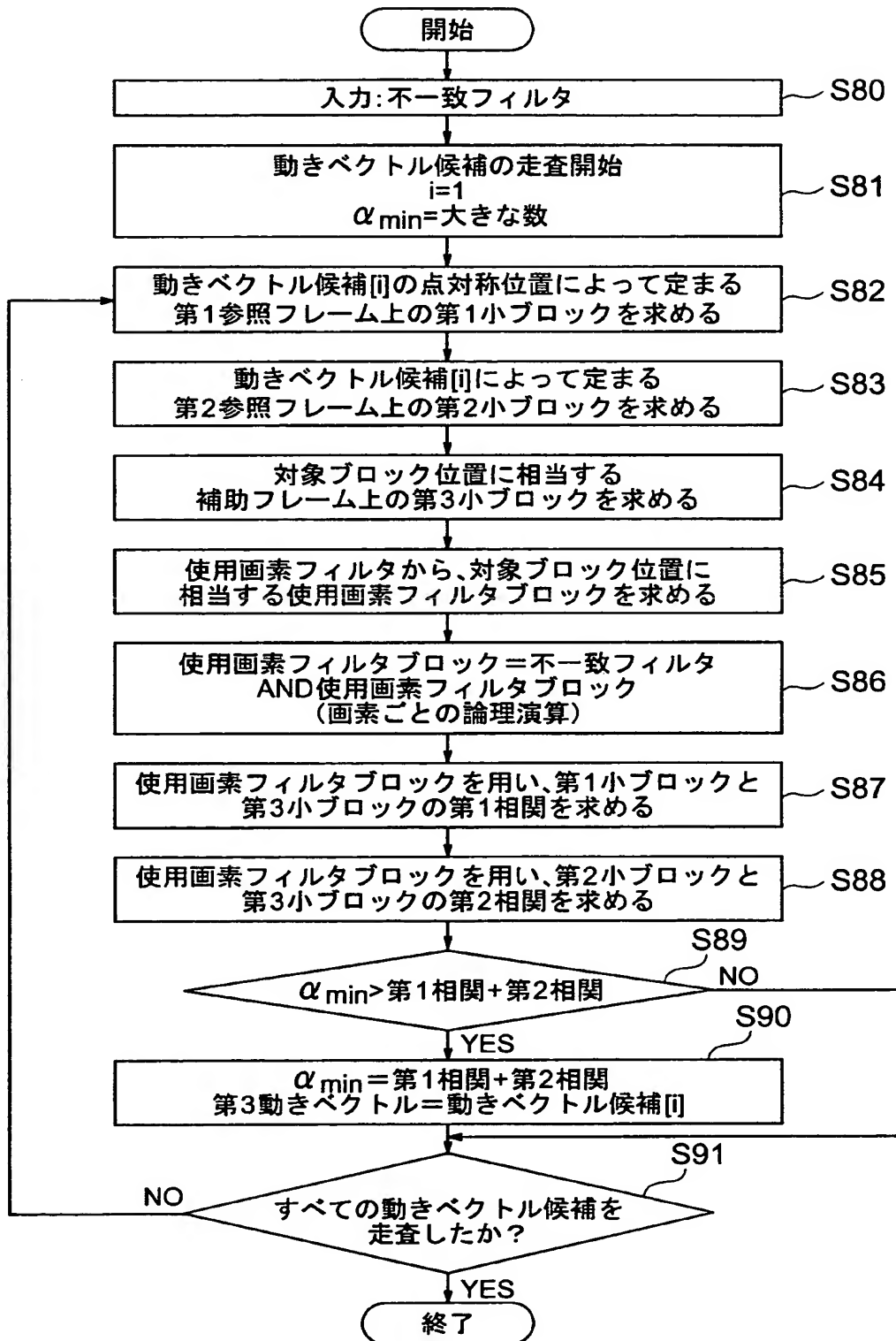
【図 1 4】



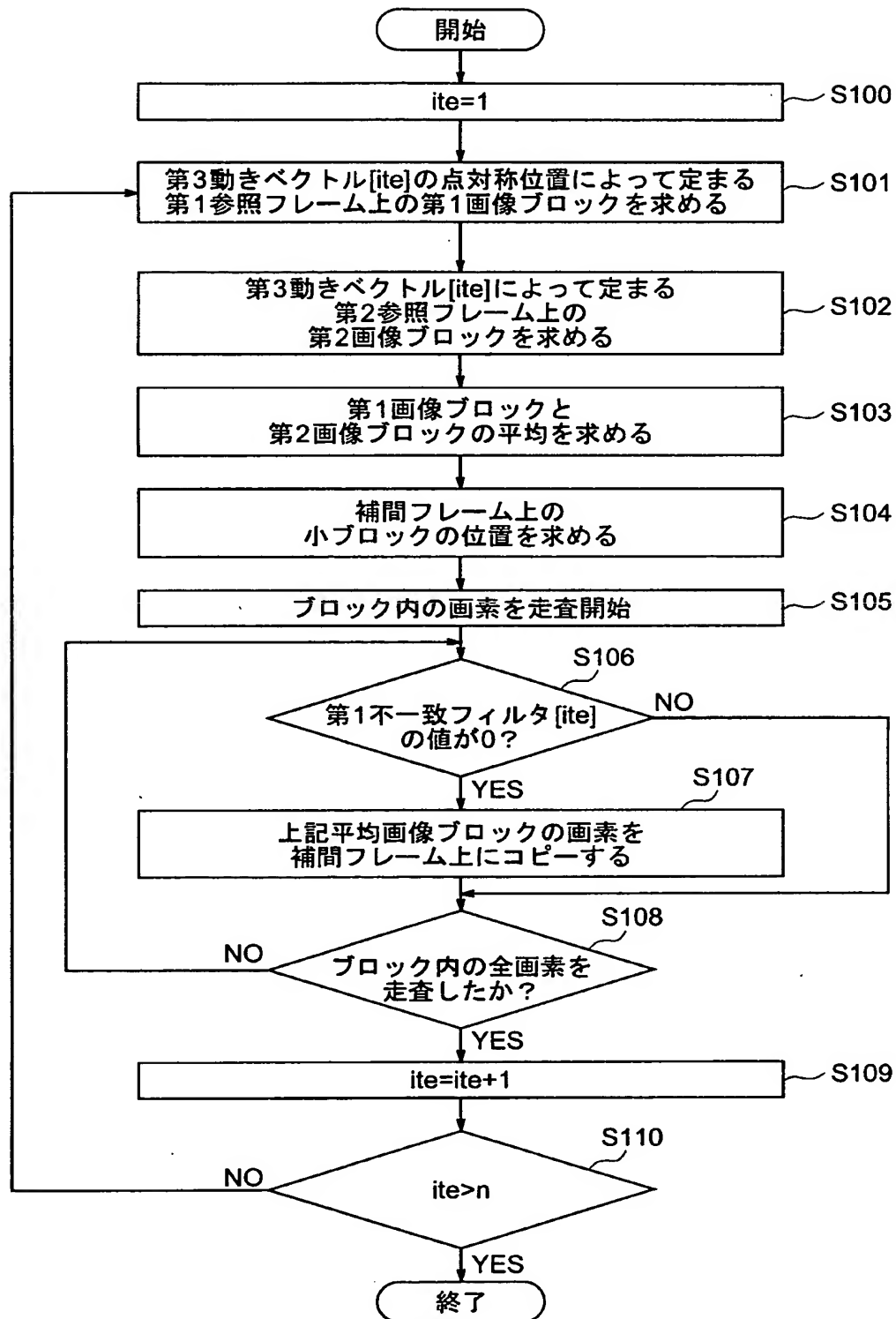
【図 15】



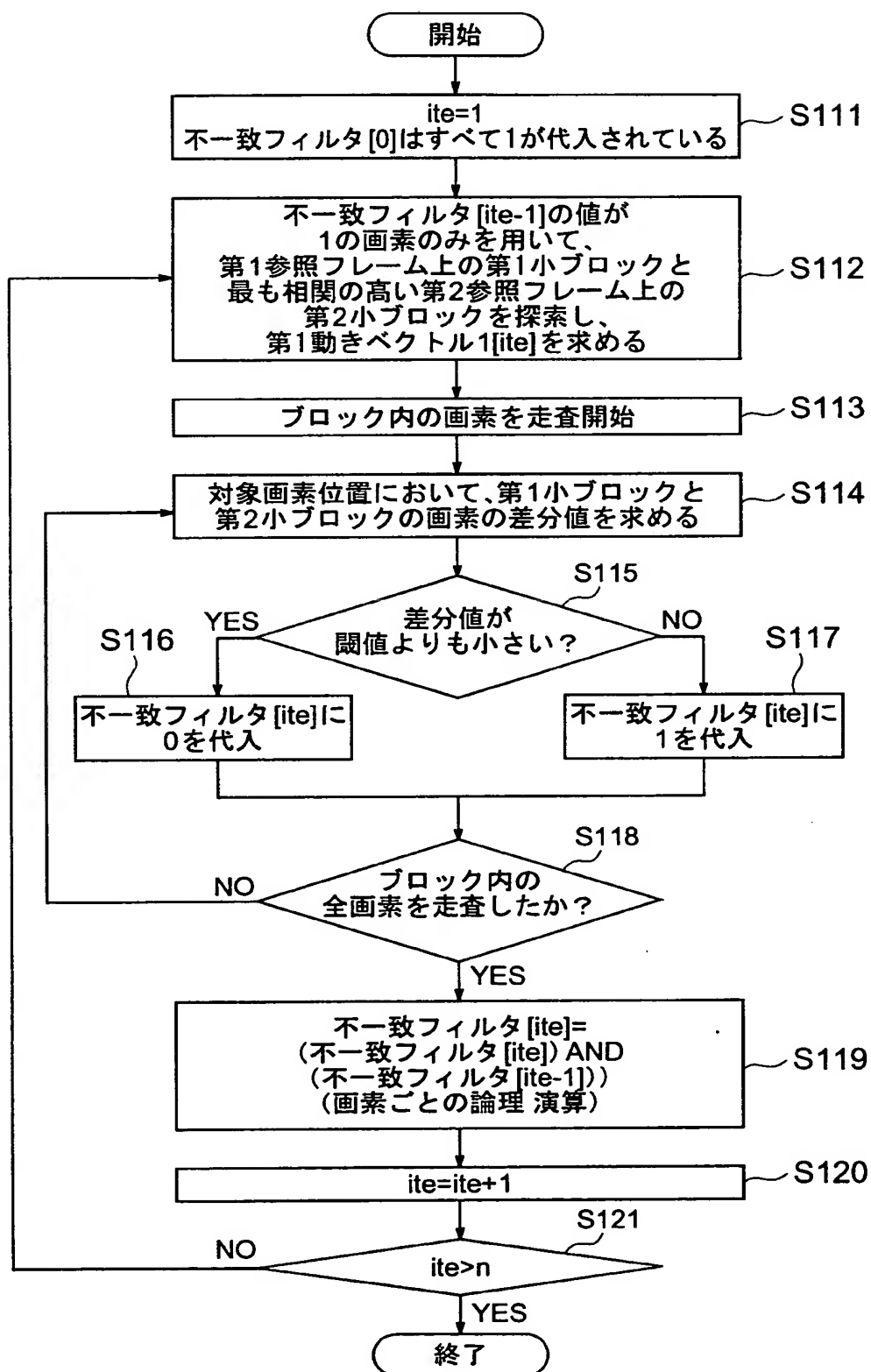
【図 1 6】



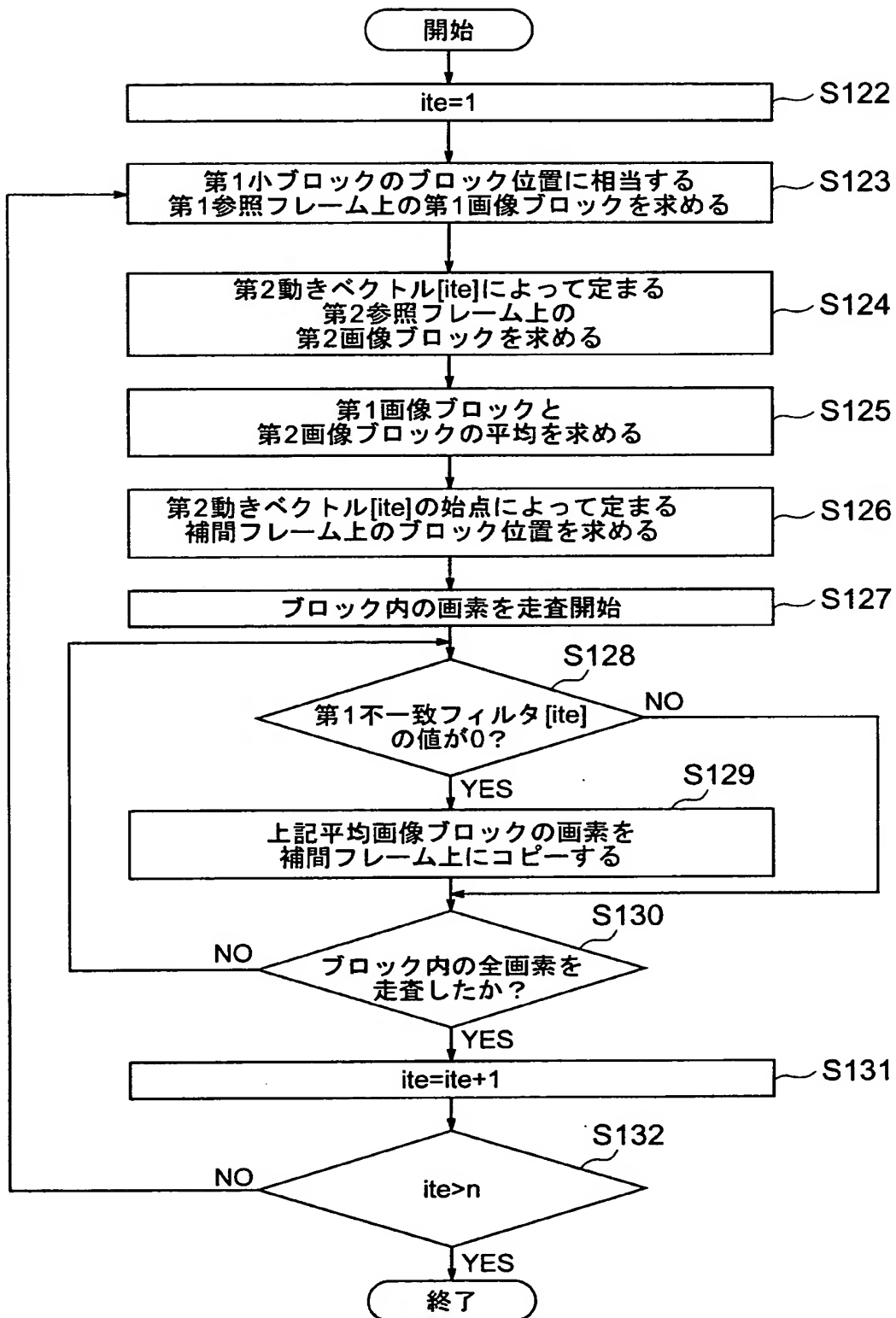
【図 1 7】



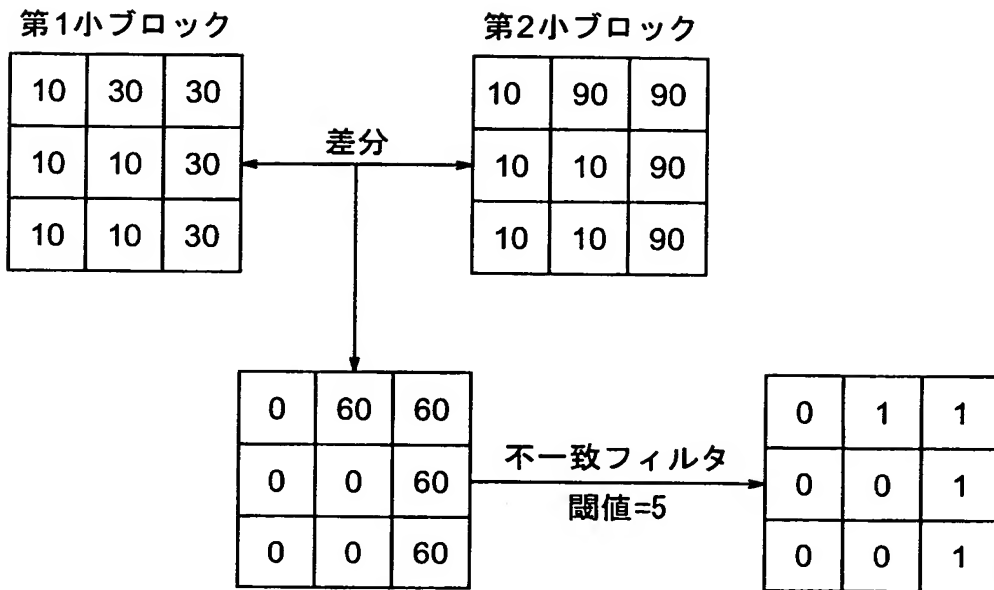
【図 1 8】



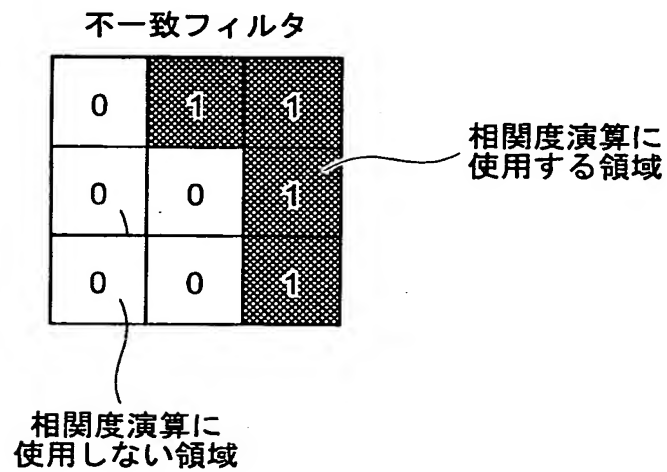
【図 1 9】



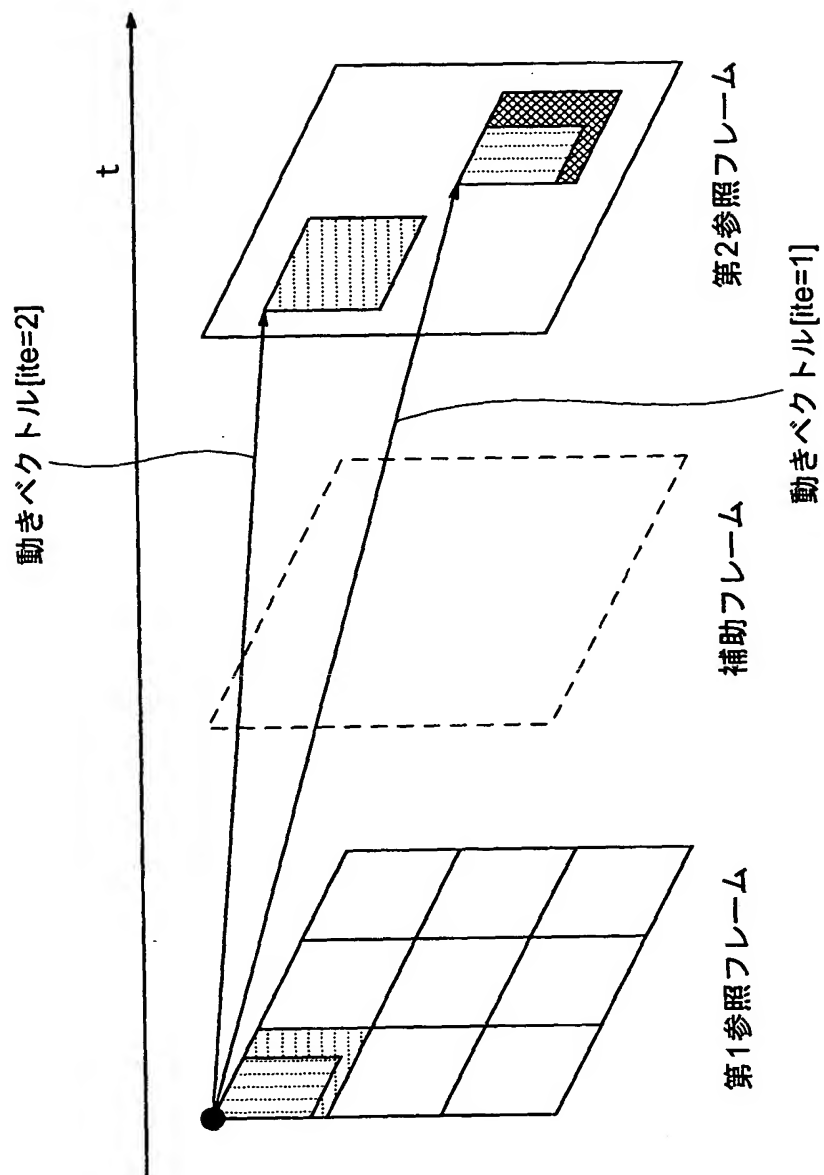
【図 2 0】



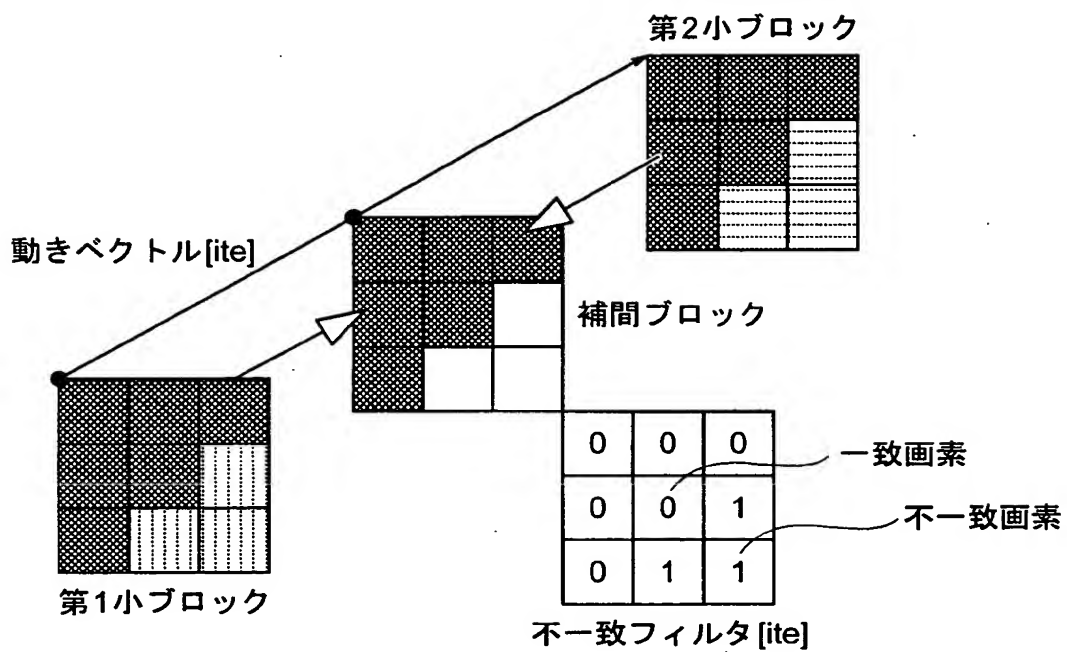
【図 2 1】



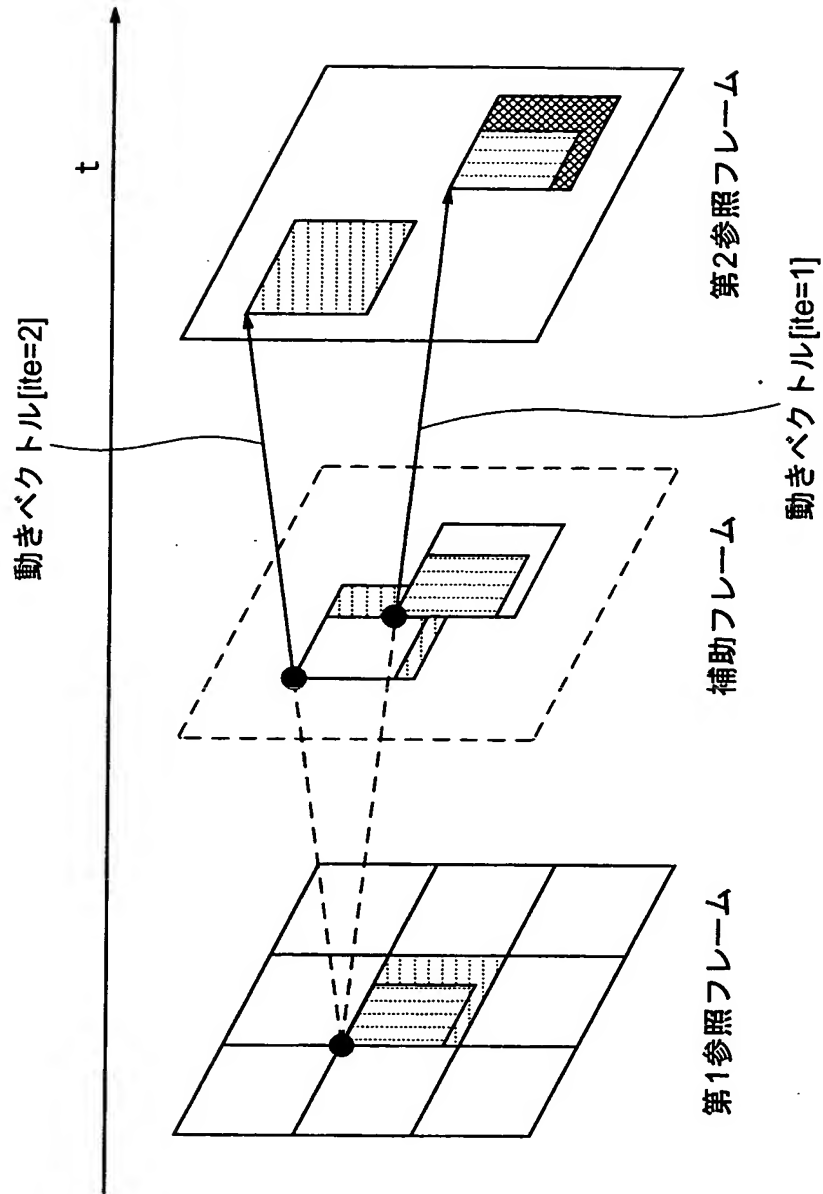
【図 22】



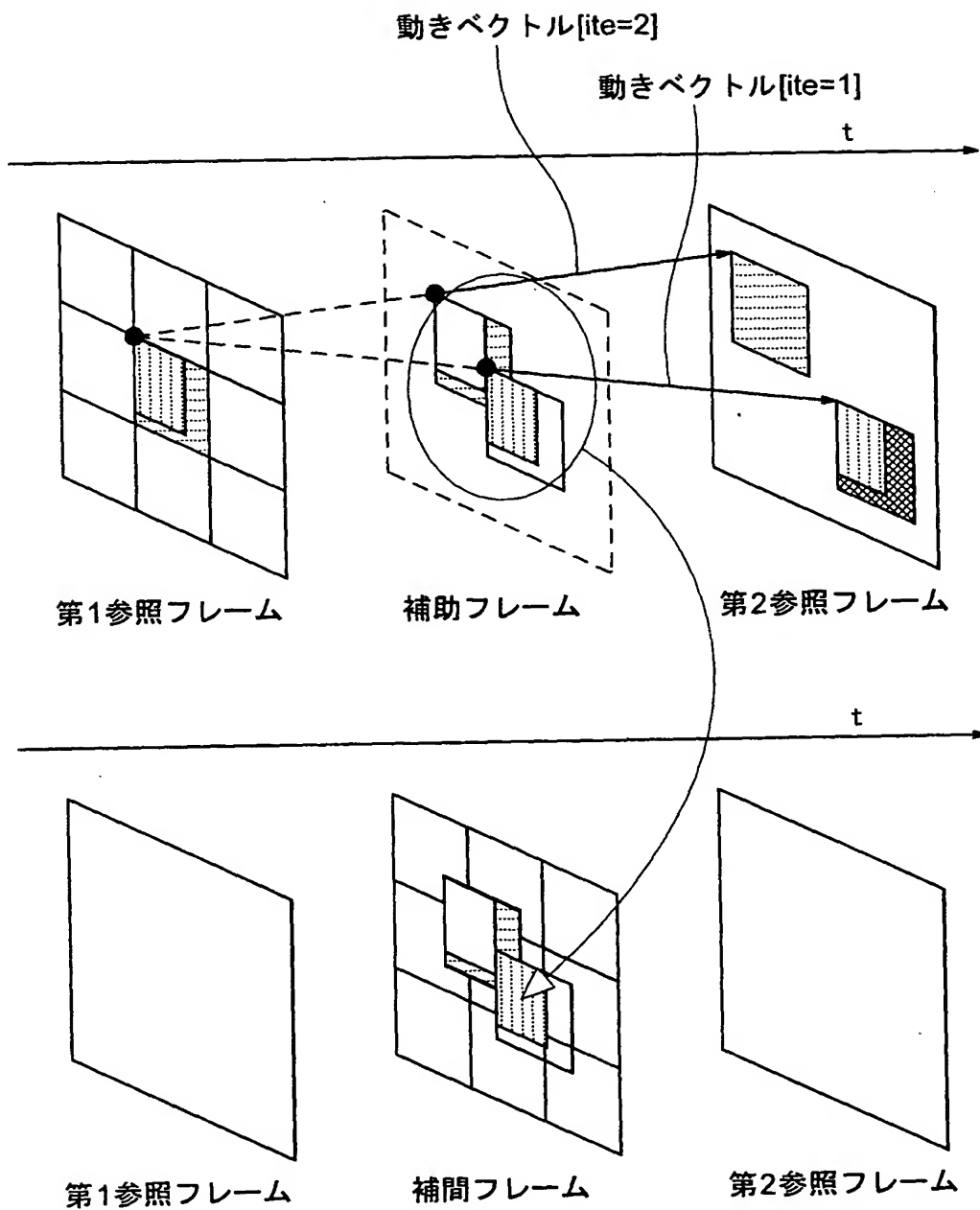
【図 2 3】



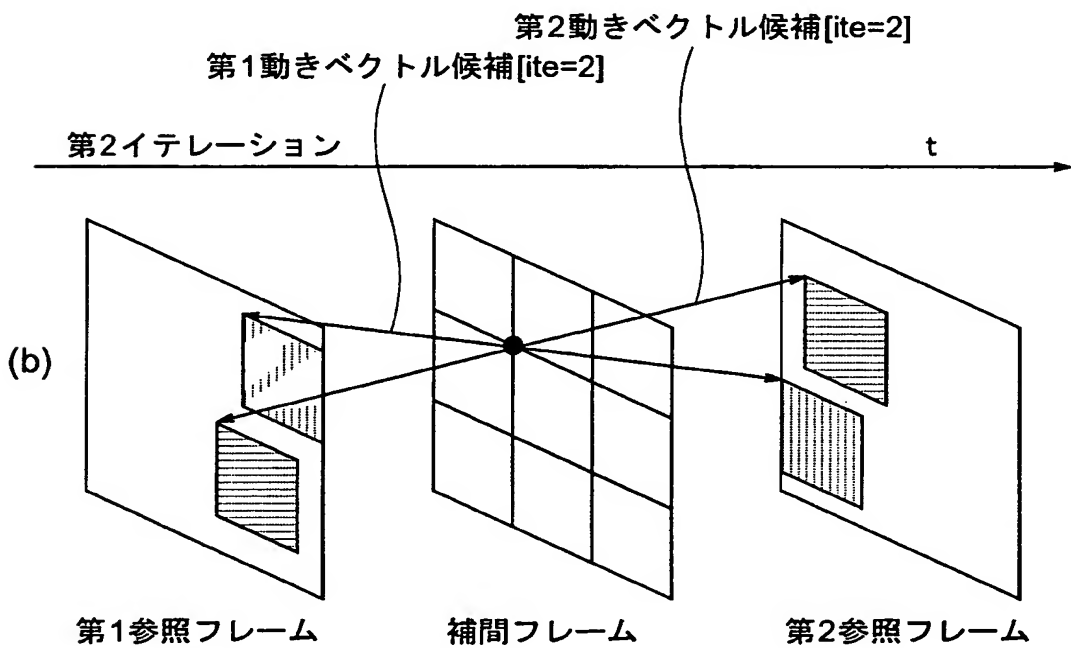
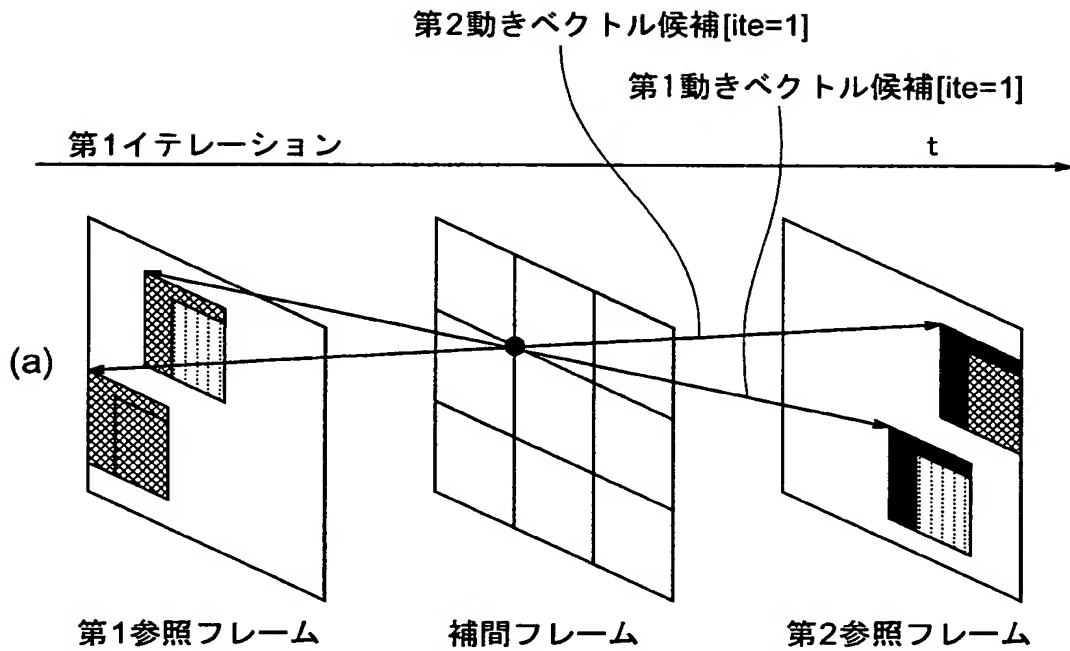
【図 2 4】



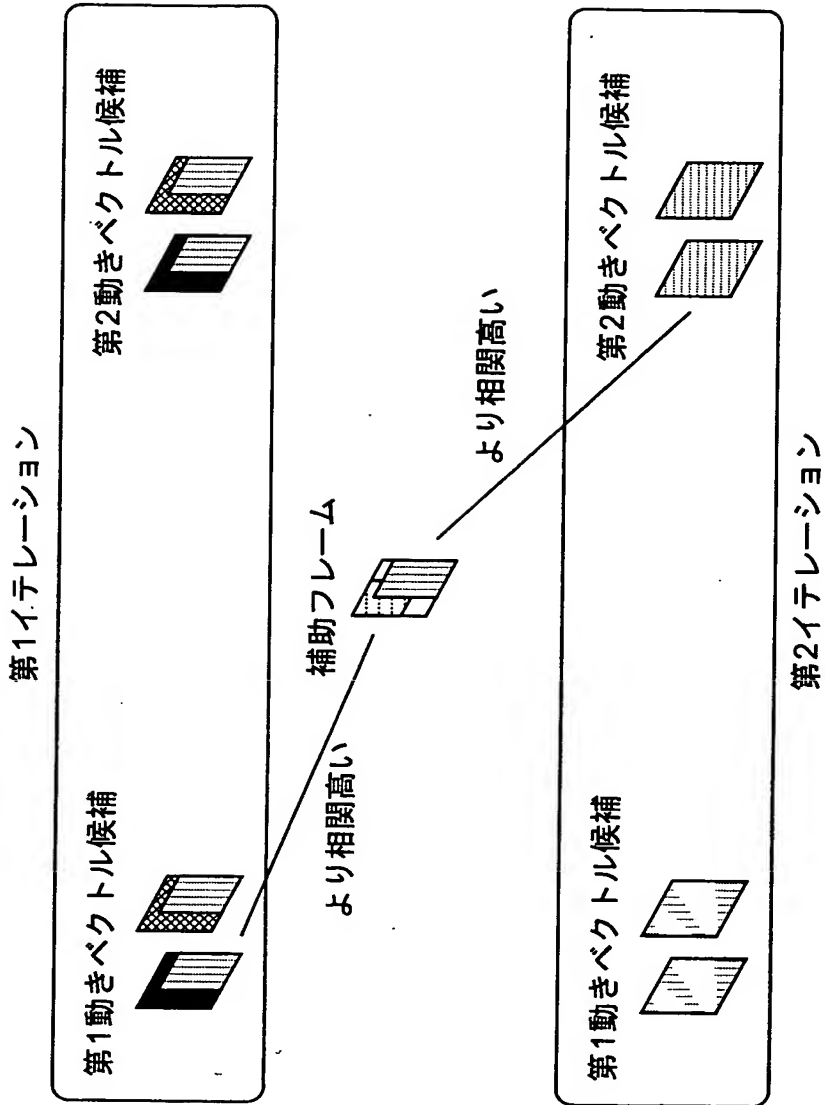
【図 25】



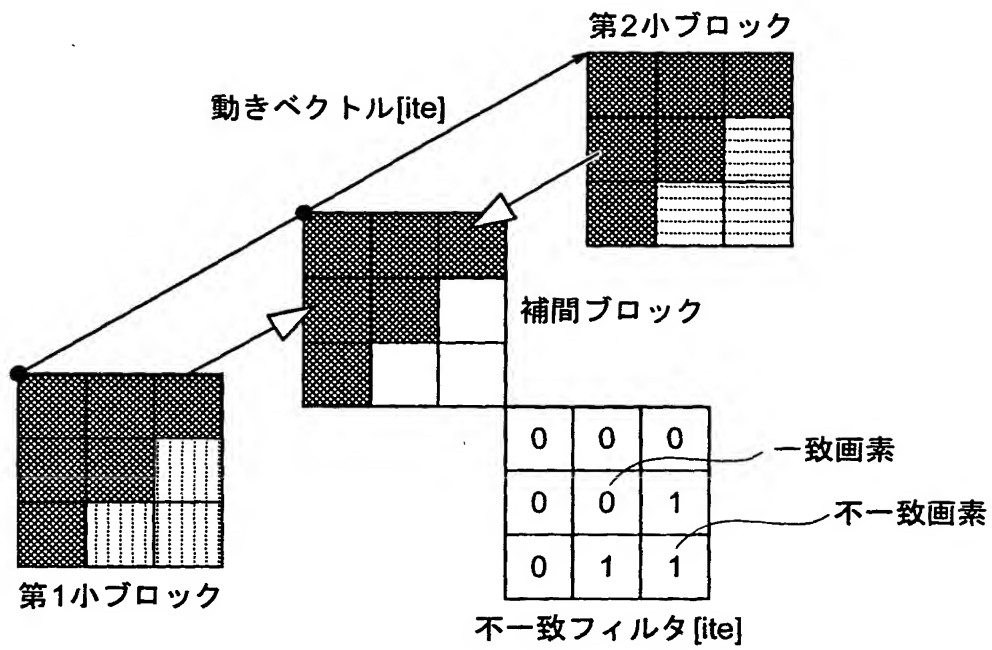
【図 2 6】



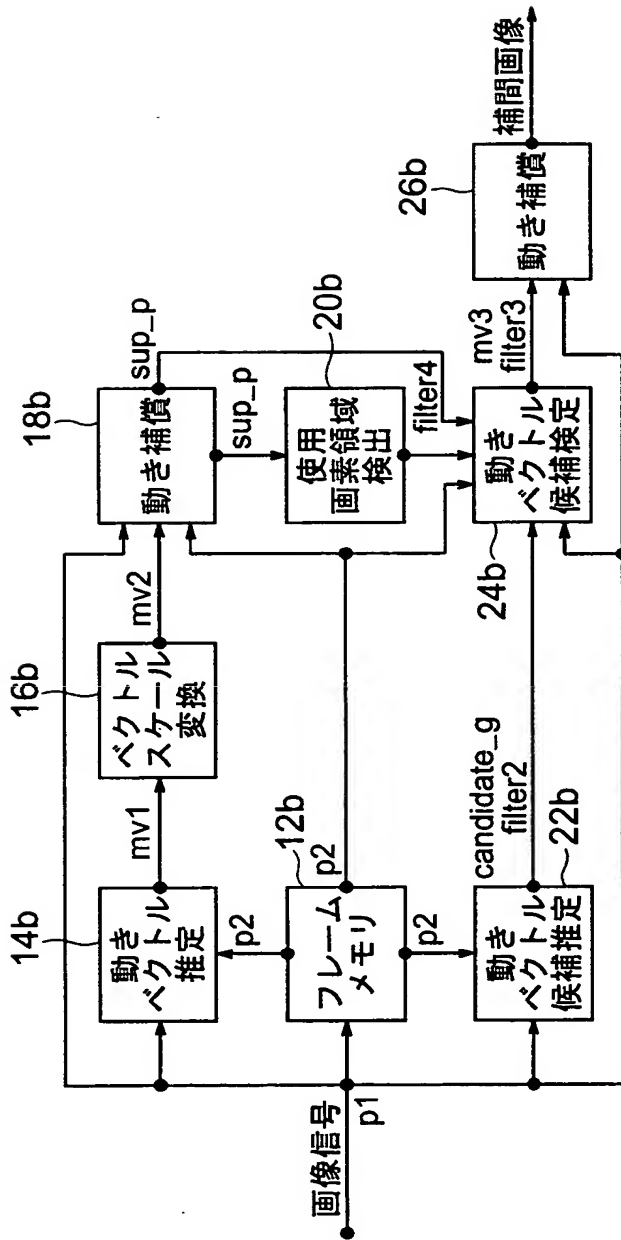
【図 2 7】



【図 2 8】

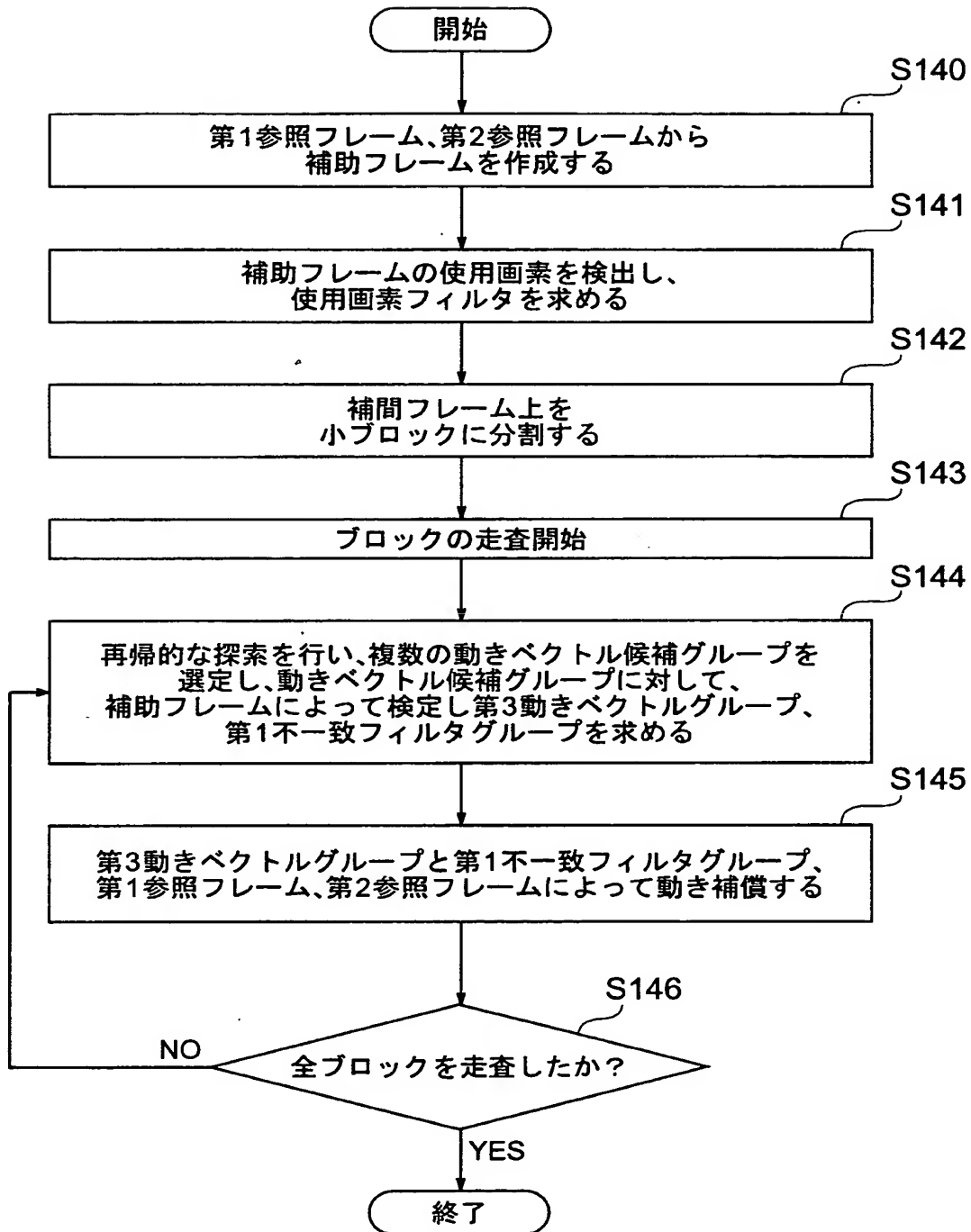


【図 2 9】

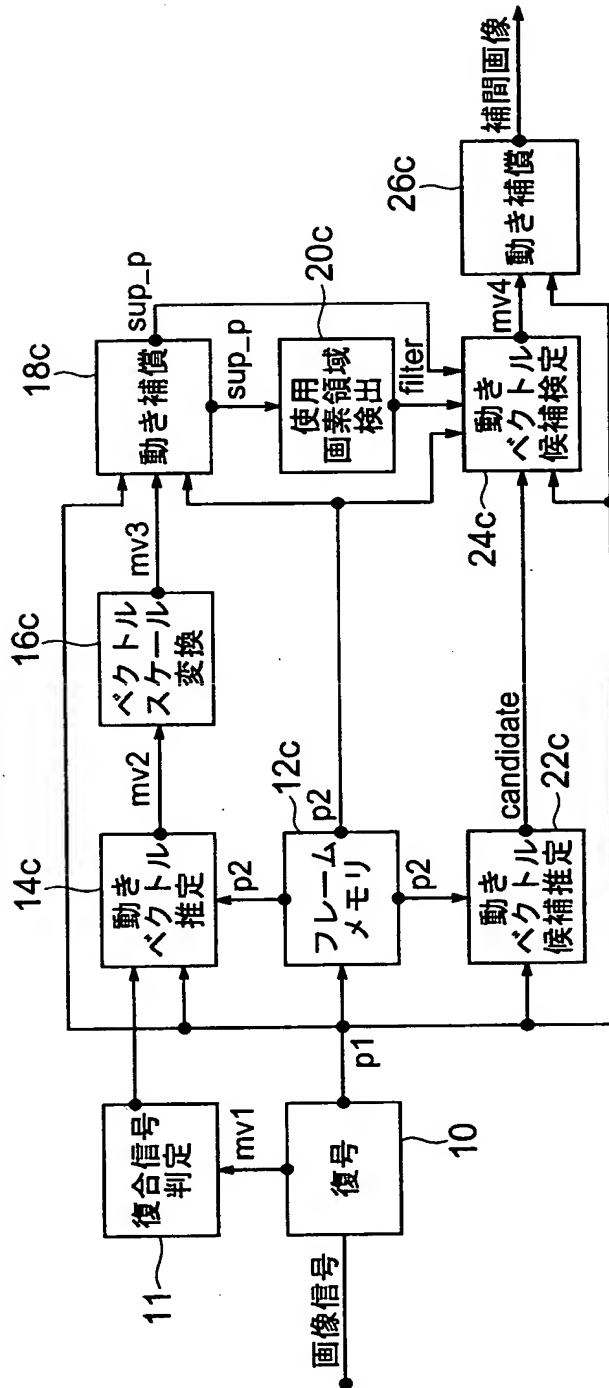


mv1: 第1動きベクトル
 mv2: 第2動きベクトル
 mv3: 第3動きベクトルグループ
 p1: 第1参照フレーム
 p2: 第2参照フレーム
 sup_p: 補助フレーム
 filter2: 第2不一致フィルタグループ
 filter3: 第3不一致フィルタグループ
 filter4: 使用画素フィルタ
 candidate_g: 動きベクトル候補グループ

【図 3 0】

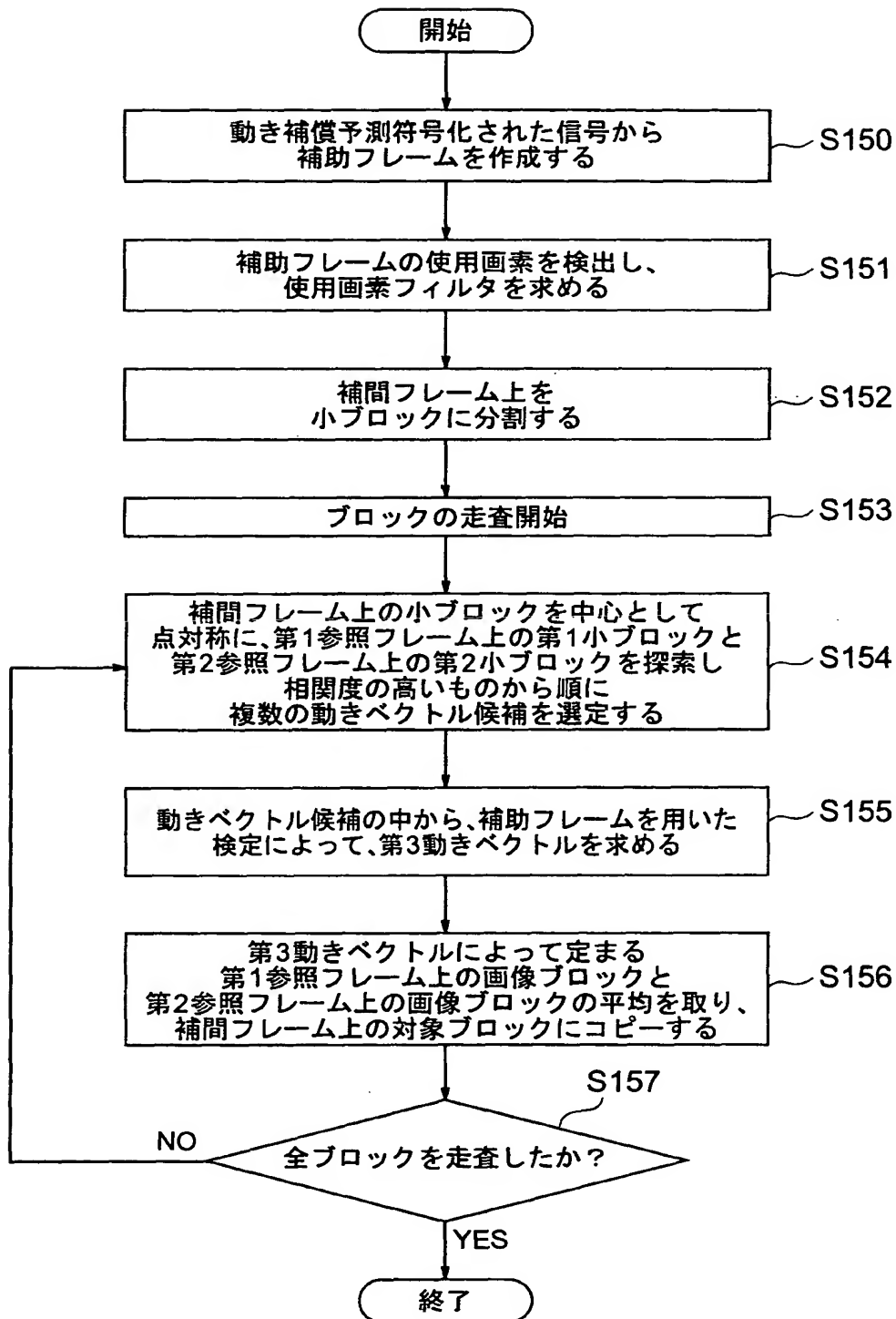


【図 3 1】

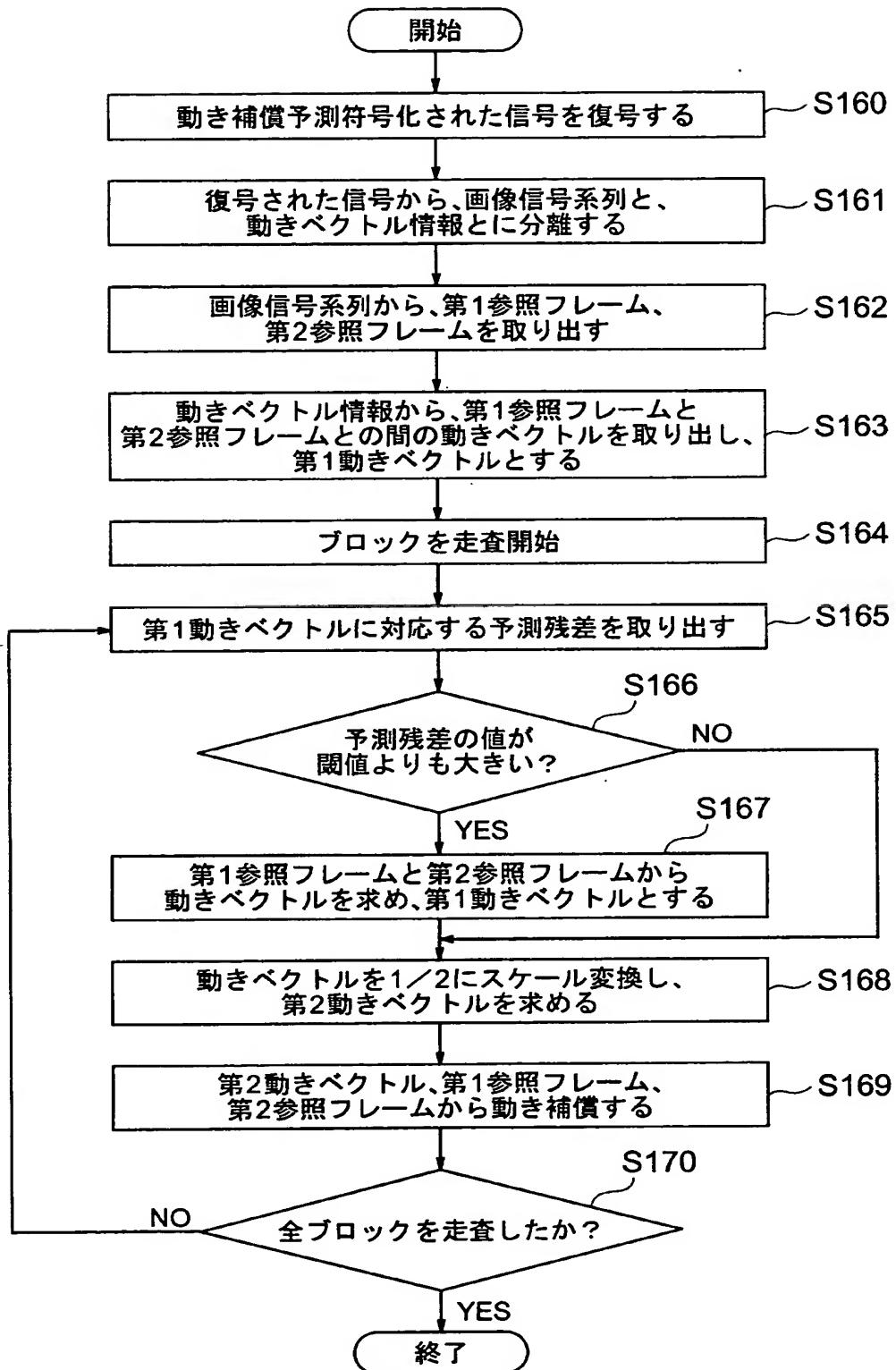


mv1: 第1動きベクトル
 mv2: 第2動きベクトル
 mv3: 第3動きベクトル
 mv4: 第4動きベクトル
 p1: 第1参照フレーム
 p2: 第2参照フレーム
 sup_p: 補助フレーム
 filter: 使用画素フィルタ
 candidate: 動きベクトル候補

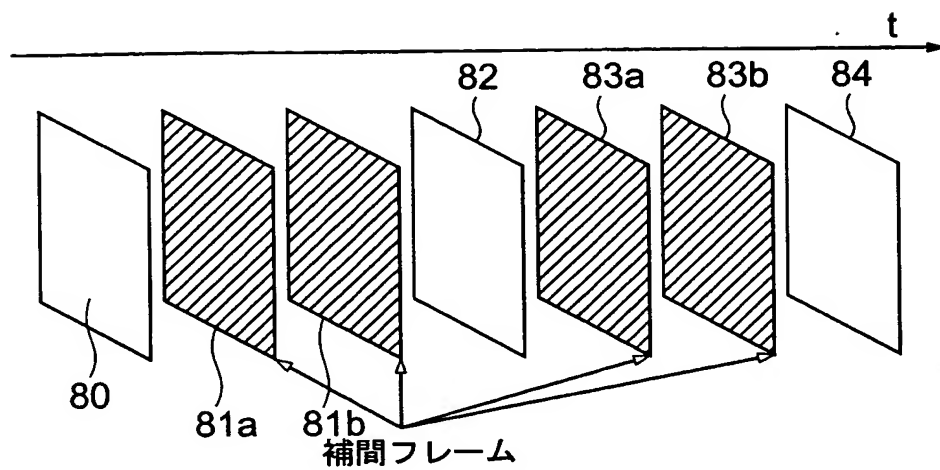
【図 3 2】



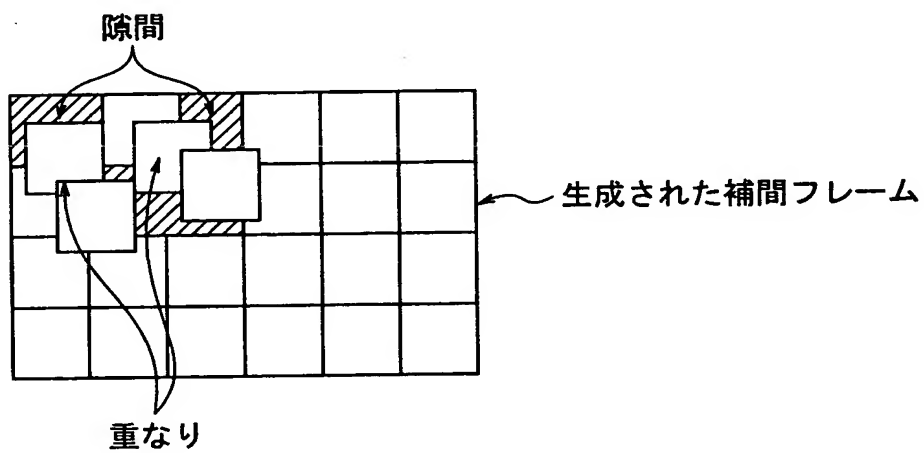
【図 3 3】



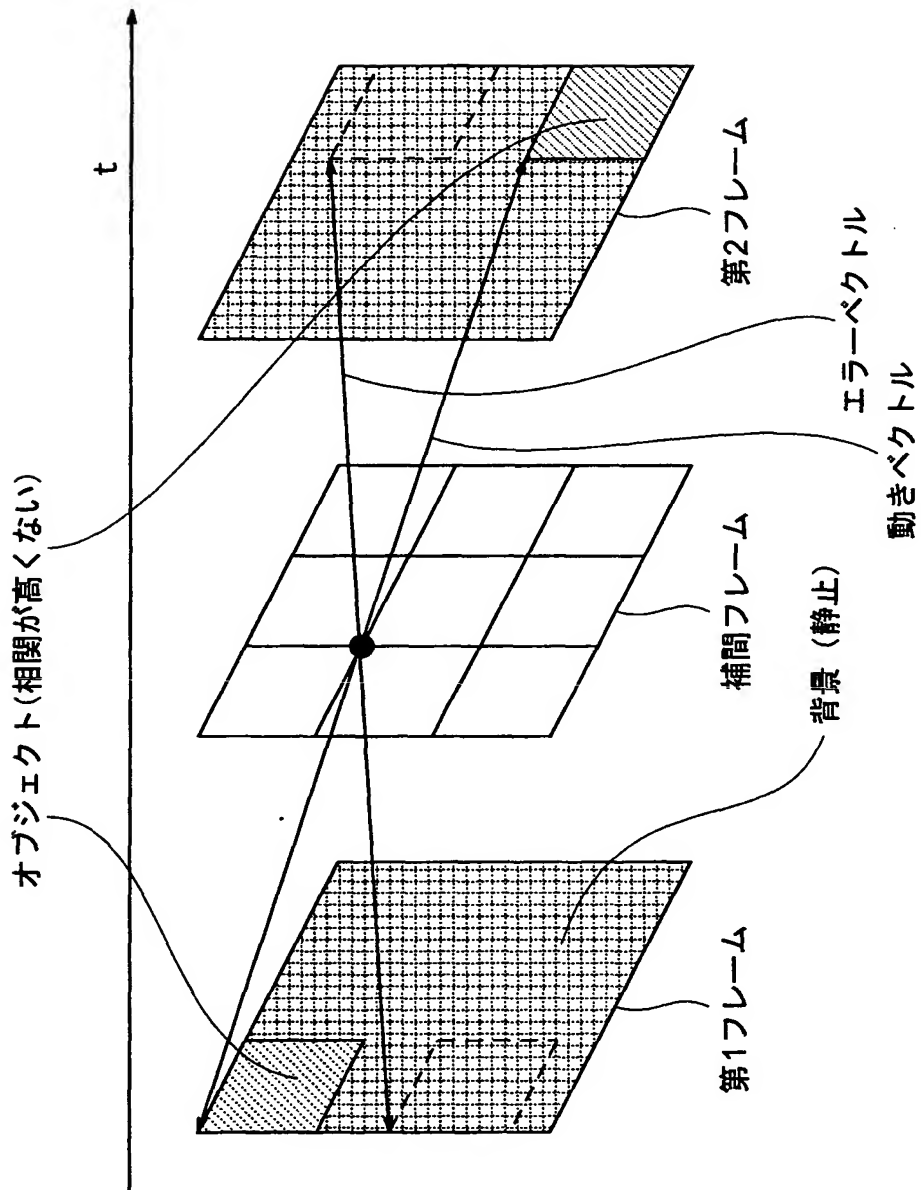
【図 3 4】



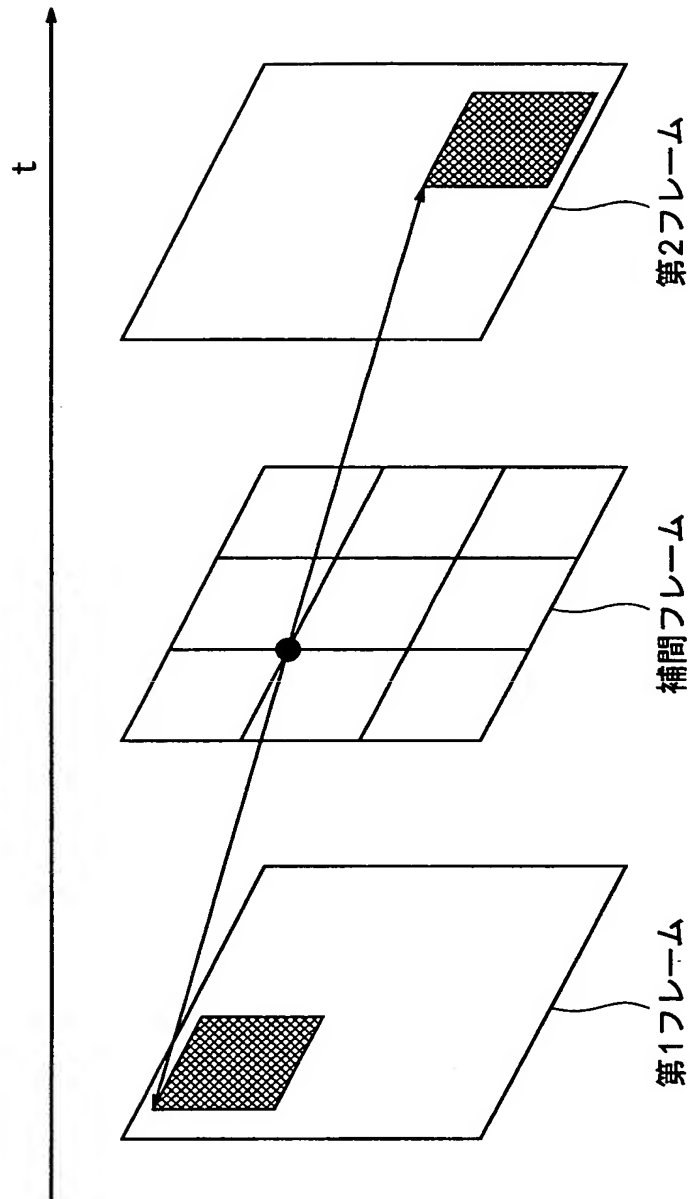
【図 3 5】



【図 36】



【図 3 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高品質の補間フレームを生成することを可能にする。

【解決手段】 第1フレームとこの第1フレームに続く第2フレームとに基づいて動きベクトルを求め、前記動きベクトルを用いて補助フレームを作成する補助フレーム作成ステップと、前記補助フレームを構成するブロックに対して、前記第1および第2フレームに基づいて1個以上の動きベクトル候補を推定する動きベクトル候補推定ステップと、前記動きベクトル候補によって定まる前記第1および第2フレームの画像ブロックと、前記補助フレームの画像ブロックとを検定することによって、前記動きベクトル候補の中から最も相関の高いものを動きベクトルとして選択する動きベクトル候補検定ステップと、前記動きベクトルによって定まる前記第1および第2フレームの画像ブロックから補間フレームを作成する第1の動き補償ステップとを備えたことを特徴とする。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝